Vorschriften für die Ausführung von Betoninstandsetzungen

Inhaltsverzeichnis

1. Grundlagen 3

2. Allgemeines 3

2.1. Prinzipien und Verfahren 3
2.2. Material 4
2.3. Klassen 4
2.4. Qualitätssicherung 4

3. Produkte / Erstprüfung 4

3.1. Grundanforderungen für sämtliche vorgesehenen Verwendungszwecke 4
3.2. Zusätzliche Anforderungen für bestimmte vorgesehene Verwendungszwecke 4
3.3. Zusätzliche Anforderungen für Objekte des Tiefbauamtes GR hinsichtlich erhöhter Dauerhaftigkeit 4
3.4. Liste anerkannter Erstprüfungen 5

4. Untergrund 5

5. Eignungsprüfung an Musterflächen vor der Ausführung 6

5.1. Definition und Zweck 6
5.2. Durchführung 6
5.3. Musterflächen 6
5.4. Prüfungen / Anforderungen 6

6. Qualitätsprüfung während und nach der Ausführung 7

6.1. Definition und Zweck 7
6.2. Durchführung 7
6.3. Kontrollflächen 7
6.4. Prüfungen / Anforderungen 7

7. Prüfverfahren 7
7.1. Allgemeines....7
7.2. Druckfestigkeit....8
7.3. Haftvermögen....8
7.4. Frosttaumittelwiderstand....8
7.5. Nachweis des AAR-Verhaltens....8
7.6. Systemdicke....9

8. Prüfberichte 9
8.1. Erstprüfung....9
8.2. Eignungsprüfung an Musterflächen und Qualitätsprüfung an Kontrollflächen....9

1. Grundlagen

Es gelten die im Anhang 02 und im Werkvertrag und dessen Bestandteilen aufgeführten Normen und Richtlinien, insbesondere:

- Norm SIA 269/2 Erhaltung von Tragwerken - Betonbau
- SN EN 1504 Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken
  Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität
  - Teil 2 Oberflächenschutzsysteme für Beton
  - Teil 9 Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen
  - Teil 10 Anwendung von Stoffen und Systemen auf der Baustelle, Qualitätsüberwachung der Ausführung

2. Allgemeines

Dieser Anhang regelt die Wahl der Produkte und die Ausführung von statisch und nicht statisch relevanten Instandsetzungen von Betontragwerken, basierend auf nachfolgenden Prinzipien und Verfahren der SN EN 1504. Hiermit werden die an Objekten des Tiefbauamtes GR nachzuweisenden Leistungsmerkmale und die entsprechenden Anforderungen festgelegt.

2.1. Prinzipien und Verfahren

Prinzip / **Verfahren**	**Anwendungsbereich** Mörtel und Betone für den Einsatz bei Verstärkungen und statisch relevanten Instandsetzungen	zum flächigen Auftragen mit Schutzwirkung gegen Karbonatisierung	zum Ausfüllen von lokalen Fehlstellen im Untergrund	
Betonersatz				
3.1 Mörtelauftrag von Hand		X	X	X
3.2 Querschnittsergänzung durch Betonieren			X	X
3.3 Beton- Mörtelauftrag durch Spritzverarbeitung			X	X
Verstärkung				
4.4 Querschnittsergänzung mit Mörtel oder Beton				X
Erhalt oder Wiederherstellung der Passivität				
7.1 Erhöhung der Bewehrungsüberdeckung mit Mörtel / Beton			X	
7.2 Ersatz von schadstoffhaltigem Beton		X	X	X

2.2. Material

Instandsetzungsprodukte im Sinne von diesem Anhang sind

- hydraulisch gebundene Mörtel und Betone (CC)
- polymermodifizierte Zementmörtel oder Betone (PCC) mit einem Grösstkorn der Gesteinskörnung ≤ 8 mm.

2.3. Klassen

Für die vorgesehenen drei Anwendungsbereiche sollen, bei Objekten des Tiefbauamts GR, in der Regel Mörtel und Betone der Klasse R3 eingesetzt werden. Nach Absprache mit dem PL des Tiefbauamts, kann ausnahmsweise die Klasse R4 gefordert werden.

Zum Ausfüllen von lokalen Fehlstellen im Untergrund können auch Produkte der Klasse R2 eingesetzt werden.

2.4. Qualitätssicherung

Es werden gemäss Norm SIA 269/2 folgende Prüfungsarten unterschieden

- Erstprüfung
  - Nachweis der grundsätzlichen Eignung eines Baustoffes für die vorgesehene Anwendung.
  - Prüfung durch den Hersteller, bestehend aus Identitäts- und Leistungsprüfungen.
- Eignungsprüfung an Musterflächen
  - Prüfung, die dem Nachweis der Tauglichkeit eines Baustoffs oder Systems unter objektspezifischen Anwendungsbedingungen im Rahmen der gewählten Arbeitsabläufe dient.
- Qualitätsprüfung an Kontrollflächen
  - Nachweis der geforderten Qualität während und nach der Ausführung

3. Produkte / Erstprüfung

3.1. Grundanforderungen für sämtliche vorgesehenen Verwendungszwecke

Anforderungen gemäss der Tabelle NA.2 der SN EN 1504-3.

3.2. Zusätzliche Anforderungen für bestimmte vorgesehene Verwendungszwecke

Für Objekte des Tiefbauamtes GR sind, im Sinne von diesem Anhang, diese Anforderungen gemäss der Tabelle NA.2 der SN EN 1504-3 in der Regel nicht von Bedeutung. Bei allfälligem Bedarf werden diese objektspezifisch festgelegt.

3.3. Zusätzliche Anforderungen für Objekte des Tiefbauamtes GR hinsichtlich erhöhter Dauerhaftigkeit

Zusätzlich zu den Grundanforderungen gemäss der Tabelle NA.2 der SN EN 1504-3 können zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit nach Absprache mit dem PL des Tiefbauamtes folgende Eigenschaften gefordert werden:

- Maximalwert für den E-Modul 35 GPa
- Wasseraufnahmekoeffizient < 0.25 kg/m2h1/2
- Hohe Frosttausalzbeständigkeit
- AAR-Beständigkeit

Zusätzliche Anforderungen werden unter Berücksichtigung folgender Aspekte festgelegt:

- Exposition (Feuchte, Temperaturwechsel, Frostwechsel)
- Restnutzungsdauer (Bei < 10 Jahren kann darauf verzichtet werden)
- Tolerierte Schäden am Ende der vorgesehenen Restnutzungsdauer
- Auswirkung von Mängeln und Schäden auf die Funktionstüchtigkeit
- Überwachungs- und Instandsetzungsmöglichkeiten
- Beeinträchtigung des Betriebs durch Instandsetzungsmassnahmen

3.4. Liste anerkannter Erstprüfungen

Die Sektion Materialtechnologie führt eine Liste anerkannter Betoninstandsetzungsprodukte für Objekte des Tiefbauamtes GR.

In dieser Liste werden Mörtel und Betone der Klasse R3 und R4 aufgenommen, von welchen dem TBA GR Sektion Materialtechnologie folgende Unterlagen zugestellt werden:

- Leistungserklärung
- Technisches Merkblatt mit Angabe der zulässigen bzw. erforderlichen Applikationsparameter des entsprechenden Produktes.
- Eventuell Nachweis zusätzlicher Anforderungen hinsichtlich erhöhter Dauerhaftigkeit gemäss Ziffer 3.3.

Grund- und Zusatzanforderungen für die Erstprüfung sind in der Tabelle T1 zusammengefasst.

Die Unterlagen müssen der Sektion Materialtechnologie mindestens 5 Arbeitstage vor Beginn der entsprechenden Arbeiten zugestellt werden.

Bei der Klasse R2 gelten die entsprechenden Normen ohne Vorbehalte. Diese Produkte werden in der Liste und somit auch in der Tabelle T1 nicht weiter erwähnt.

Die Gültigkeitsdauer der Anerkennung ist 5 Jahre, vorbehältlich Änderung der Anforderungen gemäss Norm und/oder durch das TBA GR. Durch erneute Abgabe der Leistungserklärung und des technischen Merkblatts wird die Anerkennungsdauer für die Grundanforderungen um 5 Jahre verlängert.

Die Anerkennung für die zusätzlichen Anforderungen hinsichtlich erhöhter Dauerhaftigkeit kann durch Abgabe erneuter Nachweise der entsprechenden Leistungsfähigkeit um weitere 5 Jahre verlängert werden. Hinsichtlich AAR genügt dafür der Nachweis, dass die Rohstoffe und das Rezept nicht wesentlich verändert wurden.

Werden die Anforderungen bei der Qualitätsüberwachung während der Ausführung wiederholt nicht erfüllt, wird die Anerkennung des Instandsetzungsprodukts aus der erwähnten Liste gestrichen.

4. Untergrund

Die Vorbehandlung des Untergrundes inkl. evtl. erforderliche Haftbrücke innerhalb des Systems hat im Allgemeinen nach Angabe des Lieferanten zu erfolgen. Im speziellen ist sie zwischen PV / BL, Lieferant und Unternehmung zu definieren. Ergebnisse von Eignungsprüfungen an Musterflächen müssen dabei als Grundlage dienen.

Sofern von Bedeutung, kann die Zugfestigkeit des Untergrundes mittels Abreissversuch nach SN EN 1542 geprüft werden. Die Beurteilung erfolgt durch den Projektverfasser.

5. Eignungsprüfung an Musterflächen vor der Ausführung

5.1. Definition und Zweck

Eignungsprüfungen an Musterflächen dienen dem Nachweis der Werkstoffeignung bzw. der Eignung mehrerer Werkstoffe im System am Bauteil, unter den spezifischen Anwendungsbedingungen und im Rahmen der gewählten Arbeitsabläufe, sowie als Muster für gewünschte Oberflächenstrukturen, -texturen, Farben, etc. Aus diesem Grunde sollen Musterflächen, wann immer möglich, bis zum Bauende beibehalten werden.

Anhand von Musterflächen kann auch aus verschiedenen möglichen Systemen das geeignetste validiert werden.

5.2. Durchführung

Beim Einsatz von Spritzmörtel sowie von manuell aufgebrachtem Mörtel muss bei Instandsetzungsflächen über 100 m2 eine Eignungsprüfung an Musterflächen durch den Unternehmer durchgeführt werden.

Wird am Objekt Bewehrung eingespritzt, ist zusätzlich eine Spritzkiste mit gleichwertiger Bewehrung herzustellen und mittels Bohrkernen die vollständige Umhüllung der Bewehrung zu prüfen (Spritzschatten). Die Probenahme muss auch Bewehrungskreuzpunkte beinhalten.

Die Applikation an Musterflächen muss mindestens zwei Wochen vor Beginn der Reprofilierungsarbeiten durchgeführt werden. Sind die 7-Tage-Ergebnisse in Ordnung, kann mit den eigentlichen Bauarbeiten begonnen werden

5.3. Musterflächen

Im Regelfall ist eine Musterfläche, bei unterschiedlichen Untergründen oder Applikationsparametern sind mehrere Musterflächen von je mindestens 5 m2 zu applizieren.

Qualität und Vorbehandlung des Untergrundes sowie Schichtdicke, Aufbau und Anzahl Schichten der Reprofilierung an den Musterflächen müssen soweit wie möglich den tatsächlichen oder voraussichtlichen Verhältnissen des gesamten Applikationsbereichs entsprechen.

Entspricht die tatsächliche oder voraussichtliche Schichtstärke nicht den für einzelne Prüfungen notwendigen minimalen Stärken, so sind unter den gleichen Verhältnissen Prüfkörper mit ausreichender Stärke parallel mit den Musterflächen herzustellen.

Musterflächen sollen wenn immer möglich auf einem rissfreien Untergrund appliziert werden. Sofern dies nicht möglich ist, muss das Rissbild vorgängig dokumentiert werden.

Applikationsmethode und -parameter, insbesondere Spritzausrüstung und Einstellung sowie Nachbehandlungsmethode und -dauer an den Musterflächen müssen den für den gesamten Applikationsbereich vorgesehenen Randbedingungen entsprechen.

Bei Spritzmörtel muss die Musterfläche vom gleichen Düsenführer appliziert werden, welcher die Arbeiten ausführt. Beim Einsatz von mehreren Düsenführern muss von jedem Düsenführer eine Musterfläche erstellt werden. Der Düsenführer ist im Bericht zu erwähnen.

5.4. Prüfungen / Anforderungen

Die im Rahmen der Eignungsprüfung an Musterflächen durchzuführenden Prüfungen und die entsprechenden Anforderungen an die applizierten Produkte oder an das verwendete Gesamtsystem sind der Tabelle T2 zu entnehmen.

6. Qualitätsprüfung während und nach der Ausführung

6.1. Definition und Zweck

Qualitätsprüfungen an Kontrollflächen dienen dem Nachweis der geforderten Qualität während und nach der Ausführung.

6.2. Durchführung

Die Eigenüberwachung durch den Unternehmer während und nach der Ausführung erfolgt an Kontrollflächen.

Der Unternehmer hat auf Verlangen ein Konzept zur Durchführung der Prüfungen abzugeben.

Die Bauleitung legt in Rücksprache mit dem Projektverfasser die Lage der Kontrollflächen fest.

6.3. Kontrollflächen

Im Regelfall ist eine Kontrollfläche, bei unterschiedlichen Expositionen, Untergründen und Applikationsparametern sind mehrere Kontrollflächen zu definieren. Ihre Lage ist zu dokumentieren und wenn möglich am Bauwerk zu bezeichnen.

Die Lage der Kontrollflächen müssen bezüglich Exposition und Beanspruchung für die reprofilierten Flächen und Bauteile repräsentativ sein.

Die Kontrollflächen dürfen sich bezüglich Untergrundqualität und -vorbereitung, Systemaufbau, Applikationsmethode und Nachbehandlung nicht massgeblich vom restlichen Reprofilierungsbereich unterscheiden.

Die Kontrollflächen müssen im gleichen Arbeitsgang wie die umgebenden Reprofilierungsbereiche appliziert werden.

Wenn der Zeitraum zwischen der Ausführung von einzelnen Etappen mehr als drei Wochen beträgt, sind für jede Arbeitsetappe Kontrollflächen gemäss den oben stehenden Anweisungen zu definieren.

6.4. Prüfungen / Anforderungen

Die im Rahmen der Qualitätsprüfungen an Kontrollflächen durchzuführenden Prüfungen mit den entsprechenden Anforderungen an den Reprofilierungsmörtel oder an das verwendete Gesamtsystem sind in der Tabelle T2 aufgeführt

7. Prüfverfahren

7.1. Allgemeines

Sämtliche Prüfungen haben durch ein akkreditiertes Labor nach den aufgeführten Normen zu erfolgen.

Ohne spezielle Angabe beziehen sich die Anforderungen auf Prüfergebnisse bestimmt im Alter von 28 Tagen.

Bei der Zeitplanung muss die Aushärtungs- und Prüfdauer unbedingt mitberücksichtigt werden.

7.2. Druckfestigkeit

Die Prüfung der Druckfestigkeit an Proben aus dem Bauwerk muss an mindestens 3 Bohrkernen Ø = Höhe ≥ 75 mm oder 9 Bohrkernen Ø = Höhe < 75 mm erfolgen (1:1 BK).

Die Bewertung der 28-Tage Festigkeit erfolgt gemäss SN EN 13791, Ziffer 9.2, Tabelle 8 für ein begrenztes Volumen als Prüfbereich mit 3 Messstellen (3 Ergebnisse $f_{c,is}$).

Die Übereinstimmung der Druckfestigkeit im untersuchten begrenzten Prüfbereich gilt angenommen, wenn das folgende Kriterium erfüllt ist:

Kriterium: $f_{c,is,Tiefstwert,1:1\ BK} \geq 0.85\ (f_{ck,spec,1:1\ BK} - 4)$

$f_{c,is}$	Prüfergebnis für die Druckfestigkeit des Bauwerksbetons an einer Messstelle ($f_{c,is}$ ist jeweils: das Ergebnis eines Prüfkörpers mit Ø = h und Ø ≥ 75 mm oder das Mittel aus 3 Prüfkörpern mit Ø = h und Ø < 75 mm)
$f_{ck,spec}$	Charakteristische Mindestdruckfestigkeit der festgelegten Druckfestigkeitsklasse

7.3. Haftvermögen

Die Prüfung des Haftvermögens an Muster. bzw. Kontrollflächen muss jeweils an mindestens 3 Kernbohrungen pro Prüfalter erfolgen. Liegt der Bruch bei einer Fläche mehrheitlich im Untergrund und die erzielten Werte liegen unter den Anforderungen, müssen entsprechend weitere Prüfungen durchgeführt werden.

7.4. Frosttaumittelwiderstand

Wird der Frosttaumittelwiderstand BE II gemäss SN 640 464 von einem Produkt als mittel beurteilt (WFT > 50 %), so kann auf die Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalzangriff nach SN EN 13687 verzichtet werden.

7.5. Nachweis des AAR-Verhaltens

Der AAR-Nachweis für jedes einzelne Produkt umfasst eine Beton-Performance-Prüfung gemäss SNR 592042 durch ein akkreditiertes Labor.

Gelten die verwendeten Gesteinskörnungen aufgrund einer Mikrobar-Prüfung gemäss SNR 592042 als nicht alkalireaktiv, kann auf die Beton-Performance-Prüfung verzichtet werden. Die Prüfung hat durch ein akkreditiertes Labor zu erfolgen. Zur Identifikation der verwendeten GK müssen der Hersteller und die Abbaustelle dokumentiert werden.

Die Ergebnisse der Mikrobarprüfungen und der Beton-Performance-Prüfungen haben eine Gültigkeit von max. 5 Jahren.

Bei Verwendung von GK derselben Herkunft und Zusammensetzung für mehrere Produkte, genügt pro Lieferant eine Beton-Performance-Prüfung, sofern diese am Rezept mit dem höchsten AAR-Potential erfolgt. Die Wahl des Rezeptes mit dem höchsten AAR-Potential muss klar begründet und dokumentiert werden (Zementklinkergehalt, Brechkornanteil, Zusammensetzung, ev. Reaktivität GK mittels Mikrobar-Prüfung). Im Zweifelsfalle muss die Beton-Performance-Prüfung an mehreren Rezepten durchgeführt werden.

Werden Gesteinskörnungen von unterschiedlichen Abbaugebieten verwendet, sind die Nachweise für alle Abbaugebiete zu erbringen. Die Performance-Prüfungen müssen die Bandbreite der verwendeten Mischungsverhältnisse der Gesteinskörnungen abdecken.

Bei wesentlicher Änderung der Rezeptur oder Veränderung der Ausgangsstoffe muss der AAR-Nachweis wiederholt werden.

Vorbehalten bleiben Änderungen der Normen oder Bestimmungen des Tiefbauamtes GR.

7.6. Systemdicke

Visuelle Erfassung und Dokumentation von Gesamtdicke, Schichtaufbau, Dicke der einzelnen Schichten sowie visuelle Beurteilung der Verbundqualität zwischen den Schichten und mit dem Untergrund anhand aller entnommenen Bohrkerne.

8. Prüfberichte

8.1. Erstprüfung

Die zuzustellenden Unterlagen sind unter Ziffer 3 aufgeführt.

8.2. Eignungsprüfung an Musterflächen und Qualitätsprüfung an Kontrollflächen

Die Prüfberichte von Eignungsprüfungen an Musterflächen und Qualitätsprüfungen an Kontrollflächen sind direkt vom Prüflabor dem Tiefbauamt Graubünden (Bauleitung und Sektion Materialtechnologie) in pdf-Format per E-mail zuzustellen.

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten. Korrekturexemplare müssen als solche erkennbar und mit Datum der Korrektur versehen sein. Die vorgenommene Korrektur muss ersichtlich sein.

- Auftraggeber
- Bauleitung
- Strassenzug, Objekt
- Bauteil, Skizze mit Angabe Muster- bzw. Kontrollfläche
- Applikationsangaben: Produkte, Schichtstärken ev. Haftbrücke, Datum
- Probenehmer
- Prüfdatum
- Ergebnisse mit Beurteilung bezüglich Anforderungen

T1, Anforderungen Erstprüfung

Prüfung		**R3**	**R4**
Grundanforderungen für sämtliche vorgesehenen Verwendungszwecke			
Druckfestigkeit nach SN EN 12190	MPa	≥ 25	≥ 45
Chloridionengehalt nach SN EN 1015-17	%	≤ 0.05	≤ 0.05
Haftvermögen nach SN EN 1542 - Mittelwert - Mindestwert	 MPa MPa	 ≥ 1.5 ≥ 1.1	 ≥ 2.0 ≥ 1.5
Karbonatisierungswiderstand nach SN EN 13295	mm	d_k ≤ Bezugsbeton	
Kapillare Wasseraufnahme nach SN EN 13057	$kg/m^2h^{0.5}$	≤ 0.5	≤ 0.5
Temperaturwechselverträglichkeit nach SN EN 13687 Teil 1, Frost-Tau-Wechselbeanspruchung mit Tausalz-angriff - Haftfestigkeit nach 50 Zyklen - Maximale mittlere Rissweite - Ohne Risse	 MPa mm mm	 ≥ 1.5 ≤ 0.05 ≥ 0.10	 ≥ 2.0 ≤ 0.05 ≥ 0.10
Elastizitätsmodul nach SN EN 13412	GPa	≥ 15	≥ 20
Zusätzliche Anforderungen für Objekte des TBA GR hinsichtlich erhöhter Dauerhaftigkeit			
Elastizitätsmodul nach SN EN 13412	GPa	≤ 35	≤ 35
Kapillare Wasseraufnahme nach SN EN 13057	$kg/m^2h^{0.5}$	≤ 0.25	≤ 0.25
Frosttaumittelwiderstand Nach SN 640 464 - Physikalische Prüfung BE II FT - Frosttaumittelwiderstand	 WFT-L % Bereich	 > 80 % hoch	 > 80 % hoch
AAR-Beständigkeit nach SNR 592042 - Performance-Prüfung oder - Mikrobarprüfung	Beurteilung nach SNR 592042 AAR-beständig oder GK nicht reaktiv		

T2, Erforderliche Prüfungen und Anforderungen Eignungsprüfung an Musterflächen Erforderliche Prüfungen und Anforderungen Qualitätsprüfung an Kontrollflächen

Prüfung		Eignungsprüfung an Musterfläche	Qualitätsprüfung an Kontrollflächen	**R2**	**R3**	**R4**
Druckfestigkeit nach 28 Tagen Gemäss SN EN 12504-1 - Mittelwert - Mindestwert	 MPa MPa	 Z[x)]	 O	 ≥ 20 ≥ 9	 ≥ 28 ≥ 17	 ≥ 45 ≥ 34
Haftvermögen nach SN EN 1542 Alter 7 Tage - Mittelwert - Mindestwert Alter 28 Tage - Mittelwert - Mindestwert	 MPa MPa MPa MPa	 Z Z	 Z O	 ≥ 0.6* ≥ 0.5* ≥ 0.8* ≥ 0.6*	 ≥ 1.1* ≥ 0.8* ≥ 1.5* ≥ 1.1*	 ≥ 1.5* ≥ 1.1* ≥ 2.0* ≥ 1.5*
Karbonatisierungswiderstand nach SN EN 13295	mm	O	O		d_k ≤ Bezugsbeton	
Kapillare Wasseraufnahme nach SN EN 13057	kg/m^{2}h$^{0.5}$	O	O		≤ 0.25	≤ 0.25
Elastizitätsmodul nach SN EN 13412	GPa	O	O		≥ 15 ≤ 35	≥ 20 ≤ 35
Physikalische Prüfung BE II FT Frosttaumittelwiderstand Nach SN 640 464 - Widerstandsfaktor BE II FT - Frosttaumittelwiderstand	 WFT-L % Bereich	O	O		 > 80 % hoch	 > 80 % hoch
Systemschichtdicke	mm	Z	Z	Angabe der einzelnen Schichtdicken und vergleich mit Projekt		
Bewehrungsumhüllung an mindestens 5 Bohrkernen	Foto	Z[B)]		Keine nennenswerten Spritzschatten		

Z = zwingend (mit Ausnahme Klasse R2)
Z[x)] = wenn aufgrund der Schichtstärke möglich
Z[B)] = zwingend wenn am Objekt Bewehrung eingespritzt wird
O = objektspezifisch, wird im Devis festgelegt
* wenn nicht Bruch im Untergrund