

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14130
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Betoninstandsetzung	V2.02 01.01.2023
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 1 von 6

1. Wichtigste Grundlagen

- | | |
|----------------------|--|
| - SIA 262 | Betonbau |
| - SIA 262/1 | Betonbau – Ergänzende Festlegungen |
| - SIA 269 | Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken |
| - SIA 269/2 | Erhaltung von Tragwerken / Betonbau |
| - SIA 469 | Erhaltung von Bauwerken / Verstärkung, Erhaltungsziele, Erhaltungsmassnahmen und –tätigkeiten, Bauwerksakten |
| - SIA-Merkblatt 2042 | Vorbeugung von Schäden durch die Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) bei Betonbauten |
| - SIA-Merkblatt 2052 | Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) |
| - VSS 40 450 | Abdichtungssysteme und bitumenhaltige Schichten auf Brücken mit Fahrbahnplatten aus Beton – Systemaufbauten, Anforderungen und Ausführung |
| - SN EN 206 | Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität |
| - SN EN 1504 | Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachung und Beurteilung der Konformität: |
| - Teil 1: | Definitionen |
| - Teil 2: | Oberflächenschutzsysteme für Beton |
| - Teil 3: | Statisch und nicht statisch relevante Instandsetzung |
| - Teil 7: | Korrosionsschutz der Bewehrung |
| - Teil 9: | Allgemeine Grundsätze für die Anwendung von Produkten und Systemen |
| - Teil 10: | Anwendung von Stoffen und Systemen auf der Baustelle, Qualitätsüberwachung der Ausführung |
| - ASTRA 82013 | Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) |
| - AGB 665 | Wirksamkeit und Prüfung der Nachbehandlungsmethoden von Beton |
| - AGB 672 | Ermittlung und Kartierung des Chloridgehalts in Brückenfahrbahnplatten mittels Georadaruntersuchungen. |
| - AGB 677 | Methode zur Bestimmung des kritischen Chloridgehalts an bestehenden Stahlbetonbauwerken. |

2. Umfang des Angebotes

Wenn im Angebot keine speziellen Positionen ausgesetzt sind, müssen in die Einheitspreise und Globalen folgende Arbeiten eingerechnet werden:

- Etappenweise Bauausführung
- Grobreinigung
- Ableiten bzw. Entfernen von anfallendem Wasser aus Bohrarbeiten und HDW- Arbeiten, inkl. der notwendigen Absetzbecken. Entsorgung gemäss den bestehenden gesetzlichen Vorschriften
- Provisorisches Abdichten von Öffnungen und Fugen
- Schutzmassnahmen für Verkehr, Gewässer usw. bei allen Arbeiten, insbesondere bei Sandstrahl-, HDW- und Spritzbetonarbeiten, entsprechend den bestehenden Vorschriften
- Witterungsbedingte Massnahmen
- Erschwernisse infolge Werkleitungen, Vorspannkabel, Platzverhältnisse, usw.
- Notwendige Frischbetonproben zur Qualitätskontrolle auf der Baustelle
- Alle für die offerierten Arbeiten erforderlichen Arbeits- und Schutzgerüste

Es ist grundsätzlich Pflicht des Unternehmers laufend nachzuweisen, dass die vom Bauherrn verlangten Qualitätsanforderungen erreicht werden. Diese Aufwendungen sind in die entsprechenden Einheitspreise einzurechnen.

Von der Bauherrschaft zusätzlich angeordnete Qualitätskontrollen werden vergütet, sofern diese positiv ausfallen, d.h. die vom Bauherrn verlangten Qualitätsanforderungen erreicht werden.

Objektspezifische Bedingungen werden im Kontrollplan behandelt.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14130
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Betoninstandsetzung	V2.02 01.01.2023
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 2 von 6

3. Schadhafte Stellen

Schadhafte Stellen werden aufgrund von materialtechnologischen Untersuchungen ausfindig gemacht. Die Festlegung der Abtragsflächen erfolgt in Zusammenarbeit Projektverfasser – Bauleitung – Bauherrschaft. Der Beschluss wird durch die Bauleitung in einem Abtragsplan festgehalten. Die Umsetzung erfolgt auf Anweisung der Bauleitung.

Oberfläche der Fahrbahnplatte:

Während der Projektphasen werden die Untersuchungen zur Ermittlung des Zustands der Fahrbahnplatte und des Umfangs der Massnahmen mittels Sondierungen oder mittels einer geeigneten zerstörungsfreien Methode (Messung der Leitfähigkeit mit Georadar) durchgeführt.

Während der Arbeiten werden die zu behandelnden Bereiche der Fahrbahnplatte durch Potentialmessungen über die gesamte Betonoberfläche sowie durch Bohrmehlentnahmen zur Bestimmung des Chloridgehalts auf Bewehrungshöhe für verschiedene charakteristische Bereiche der Platte ermittelt.

Abschätzung des Flächenanteils der zu behandelnden Fahrbahnplatte:

- Methode 1: Georadarmessung (in der Regel bei großen Flächen gerechtfertigt)

Anhand der Oberflächenergebnisse Aufzeigen der mit Chloriden kontaminierten Bereiche mit Polygonen und Abschätzung des Flächenanteils.

- Methode 2: Sondierungen oder Kernbohrungen

Es ist möglich, den Flächenanteil der Instandsetzung wie folgt abzuschätzen (Laplace'sches Gesetz):

$$S_{cl} [\%] = (c + 1) 100 / (n + 2)$$

mit:

c [-] = Anzahl Sondierungen («Fenster» oder Bohrkerne), bei denen der Chloridgehalt größer als 0,4 M%/Zement auf Bewehrungsebene ist.

n [-] = Anzahl der durchgeführten Sondierungen.

$S_{cl} [\%]$ = Flächenanteil der zu reprofilierten Oberfläche der Fahrbahnplatte.

Dieser Flächenanteil ist nach dem Zustand des Belags und der Abdichtung sowie der Lage der Sondierungen zu gewichten.

4. Tragwerksreinigung

Eine vollständige Reinigung des Tragwerks mit einem Druck von 100 - 150 bar (= 10 - 15 MPa) soll nicht systematisch durchgeführt werden, sondern nur bei Oberflächen mit Ablagerungen (Verschmutzung, Moos und Flechten, usw.) oder bei Oberflächen, wo ein Oberflächenschutzsystem nach Kapitel 7.4.5 der SIA 269/2 und EN 1504-10 Art. 7.2.2 vorgesehen ist.

5. Entfernen von Belag und Abdichtung

Das Entfernen des Belages und der Abdichtung muss sorgfältig und ohne grosse mechanische Einwirkung auf die Betonoberfläche erfolgen. Das Betongefüge an der Oberfläche darf nicht beschädigt werden. Bei tragenden Bauteilen müssen die statischen und dynamischen Aspekte berücksichtigt werden.

Wird die Abdichtung nicht vollflächig entfernt, so ist mit geeigneten Massnahmen ein einwandfreier Anschluss zwischen bestehender und neuer Abdichtung sicherzustellen.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14130
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Betoninstandsetzung	V2.02 01.01.2023
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 3 von 6

6. Entfernen von Beton

Sämtliche temporären Bauzustände, welche eine potentielle Gefahr für die Baustelle oder den Strassen-, Personen- und Schienenverkehr darstellen, müssen von der Bauleitung genehmigt werden. Die erforderlichen Nachweise und Pläne sind rechtzeitig, mindestens 2 Wochen vor Betonabtrag, durch die Unternehmung zu liefern. Die Verantwortung für den Abbruchvorgang liegt beim Unternehmer.

Die im Kapitel 7.4.2 der SIA 269/2 aufgeführten Vorschriften sind einzuhalten. Der Beton soll nicht präventiv, sondern nur aufgrund fortgeschrittener lokaler Schädigung entfernt werden. Der Abtrag ist auf ein Mindestmass zu beschränken (s. EN 1504-10 Kap. 7.2.5 a).

Die karbonatisierten Bereiche werden wie folgt behandelt:

- Messen des Karbonatisierungsfronts, es mit der Bewehrungsüberdeckung vergleichen (Prognose der Entwicklung nach dem Fickschen Gesetz o.ä.) und feststellen, ob Korrosion aktiv ist.
- Beurteilen des Prinzips und der geeigneten Methode* nach Tabelle 5 der SIA 269/2 und nach den Normen SN EN 1504-1 bis 1504-10.

* Vorsicht bei Beton mit RAG-Risiko: ein Schutzanstrich wird nicht empfohlen. In diesem Fall muss die Schutzmethode durch einen RAG-Spezialisten bestätigt werden.

Bereiche mit Chloridgehalten $\leq 0,4$ M%/Zement auf Bewehrungsebene bedürfen grundsätzlich keiner Betoninstandsetzung.

Bereiche mit Chloridgehalten $> 0,4$ M%/Zement auf Bewehrungsebene bedürfen nicht automatisch einer Betonsanierung, sondern müssen im Detail untersucht werden. Dieser Wert für den kritischen Chloridgehalt muss gemäß Artikel 6.3.4 der SIA 269/2 angepasst werden. Je nach wirtschaftlicher Auswirkung auf die Instandsetzung eines bestimmten Bauwerks kann eine objektspezifische Festlegung des kritischen Chloridgehalts mittels einer detaillierten Analyse durch ein spezialisiertes Labor vorgesehen werden (AGB 677).

Der Betonabtrag hat grundsätzlich mit HDW mit einer Lanze zu erfolgen, um den verbleibenden Beton nicht zu beschädigen. Der HDW mit einem Roboter ist invasiver und erfordert je nach Art der behandelten Oberfläche die vorherige Zustimmung der Bauleitung. In einem letzten Arbeitsgang sind mit HDW (800 bar) die losen Bestandteile zu entfernen.

Spannkabel dürfen nicht freigelegt werden.

Bewehrungen dürfen nur bis zu einer Tiefe von weniger als $\frac{2}{3}$ des Stabdurchmessers freigelegt werden. Wird diese Abtragstiefe überschritten, ist die Bewehrung vollständig freizulegen, wobei hinter den Stäben ein Freiraum entstehen muss, der in Abstimmung mit dem Grösstkorn des Betons / Mörtels ein einwandfreies Nachbetonieren ermöglicht. Die Tragsicherheit darf unter keinen Umständen durch das Entfernen von Beton beeinträchtigt werden (s. EN 1504-10 Kap. 7.2.5 b). Eine aktive Anwesenheit der Bauleitung ist notwendig, um die Eingriffe zu bestätigen.

Die vorgegebenen Abtragstiefen sind einzuhalten und laufend zu kontrollieren. Bei Abweichungen ist die Bauleitung umgehend zu benachrichtigen.

7. Einfluss von Erschütterungen auf den Verbund mit Mörtel oder jungem Beton

Durch den Straßenverkehr oder andere Ursachen verursachte Erschütterungen der Fahrbahnplatte bei Instandsetzungsarbeiten unter Verkehr können zu Problemen der frequenzabhängigen Schwächung der Haftung zum Untergrund führen. Dies gilt insbesondere bei Überkopfanwendung von Instandsetzungsmörtel.

In-situ-Schwingungsmessungen werden für besonders empfindliche Bauwerke wie z. B. schlanke Verbundbrücken oder Bauwerke mit großen Kragarmen empfohlen.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14130
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Betoninstandsetzung	V2.02 01.01.2023
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 4 von 6

Zulässige Erschütterungswerte (Geschwindigkeit und vertikale Verschiebung der Schwingungen) zur Vermeidung negativer Auswirkungen auf jungen Beton, im Fall eines neuen an einen bestehenden angeschlossenen Bauteil, oder einer Instandsetzung:

Risikoklasse der Betonierarbeiten und Beschreibung		Zulässige Geschwindigkeit	zulässige Verschiebung
Neubeton mit Verbundfläche zu bestehendem Bauteil oder bei Instandsetzung	RK1 : Mörtel oder Beton auf die Oberfläche aufgebracht	$v \leq 20 \text{ mm/s}$	$w \leq 0.6 \text{ mm}$
	RK 2: seitlich aufgebrachter Beton (Kragarmverbreiterungen, Konsolköpfe, Leitmauern)	$v \leq 15 \text{ mm/s}$	$w \leq 0.5 \text{ mm}$
	RK3: Verbindung zwischen zwei bestehenden Bauteilen (z. B. Betonieren einer Schwindfuge)	$v \leq 10 \text{ mm/s}$	$w \leq 0.3 \text{ mm}$
	RK4: Mörtel oder Beton bei Überkopfanwendung (Unterseite)	$v \leq 5 \text{ mm/s}$	$w \leq 0.2 \text{ mm}$
RK1 à RK4 :	Druckfestigkeit vom jungen Beton* $\geq 5 \text{ N/mm}^2$	$v \leq 50 \text{ mm/s}$	$w \leq 0.6 \text{ mm}$
	Druckfestigkeit vom jungen Beton* $\geq 10 \text{ N/mm}^2$	$v \leq 100 \text{ mm/s}$	$w \leq 0.6 \text{ mm}$

*Junger Beton: Beton, der noch nicht ausgeschalt wurde und bei welchem noch keine Nachbehandlung erfolgt ist.

Bei Überschreitung der zulässigen Werte ist in einem ersten Schritt eine Reduzierung oder Beseitigung der Erschütterungen zu prüfen (z. B. Änderung der Verkehrsführung oder der Fahrzeiten).

8. Korrosionsschutz

Ein Korrosionsschutz der Bewehrung darf angebracht werden. In diesem Fall ist nur ein Anstrich mit aktiven Pigmenten nach SN EN 1504-9 (Methode 11.1 nach Tabelle 6 SIA 269/2) zulässig.

Anforderungen an den Korrosionsschutz sind:

- Reinheitsgrad der Bewehrung: Sa 2½
- Zementgebundenes Anstrichmaterial
- Poren- und blasenfreie Applikation

9. Vorbehandlung der Altbetonoberfläche

In der Regel ist die zu reprofiliierende Altbetonoberfläche bis unmittelbar vor dem Einbringen des Mörtels / Betons während mindestens 24 Stunden permanent zu nassen.

Vor dem Einbringen des Mörtels / Betons ist überschüssiges Wasser mit ölfreier Druckluft auszublasen.

Die vorbereitete Oberfläche ist durch die Bauleitung abzunehmen.

Die Festigkeitsqualität des Untergrundes kann mit Haftzugprüfungen ermittelt werden.

Die vom Produkthersteller vorgeschriebene Vorbehandlung ist zwingend einzuhalten.

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14130
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Betoninstandsetzung	V2.02 01.01.2023
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 5 von 6

10. Betonersatz

Die Verwendung von Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) nach SIA 2052 ist nur mit Zustimmung des Fachspezialisten Kunstbauten des ASTRA (FaS-K) zulässig.

Mehrfache Reprofilierungen mit "Patchwork"-Effekt sollten vermieden werden (Dauerhaftigkeit, Ästhetik).

Der Planer hat im Leistungsverzeichnis der Ausschreibung Positionen für Reprofilierungsmörtel bei kleinen Flächen und für Reprofilierung mit einem Beton geeigneter Korngrösse (z.B. D_{max} 8) bei größeren Flächen vorzusehen. Probeeinbauten sind vorzusehen.

Werkseitig produzierter Mörtel / Beton ist mit dem Fahrmischer zu transportieren. Das gelieferte Material ist vor dem Einbringen auf der Baustelle materialgerecht (Anweisung Lieferant) zu mischen. Während der Fahrt darf nicht gemischt werden.

Grundsätzlich muss der eingebaute Mörtel / Beton die Anforderungen der SN EN 1504-3, insb. Tab. NA.2, erfüllen.

Haftung:

- Bei einer statisch relevanten Instandsetzung (Mörtel der Klasse R3 oder R4) muss die Haftung des Mörtels bzw. des Betons in situ $\geq 1,5$ MPa sein (Prüfung Nr. 35 der Tabelle 5 EN 1504-10).
- Bei einer statisch nicht relevanten Instandsetzung muss die Haftung des Mörtels bzw. des Betons in situ $\geq 0,7$ MPa sein (Prüfung Nr. 35 der Tabelle 5 EN 1504-10).
- Wenn eine PBD Abdichtung aufgebracht werden soll, muss der eingebaute Mörtel / Beton hitzebeständig sein und nach dem Abflämmen eine mittlere Haftzugfestigkeit (nach 28 Tagen) von mindestens $1,5 \text{ N/mm}^2$ (bei einem absoluten Minimalwert von $1,0 \text{ N/mm}^2$) auf den alten Beton aufweisen. Es darf angenommen werden, dass die Werte der Haftzugfestigkeit nach 7 Tagen 80 % der Werte nach 28 Tagen entsprechen.

Bewehrungsüberdeckung:

- Die Bewehrungsüberdeckung bei Reprofilierungen aus Mörtel bzw. Beton hat die nominellen Werte der Tabelle 18 der SIA 262 in Abhängigkeit von der Expositionsklasse einzuhalten. Gemäss SIA 262 Art. 5.8.2 können diese Werte, in besonderen Fällen, je nach Art des gewählten Oberflächenschutzes reduziert werden
- Im Falle der Instandsetzung der abzudichtenden Fahrbahnplatte nach SN 640 450 beträgt die passive Bewehrungsüberdeckung $c_{\min} \geq \max [20 \text{ mm}, \varnothing \text{ der beanspruchten Bewehrung}]$.

11. Verbundbauteile

Um die vorzeitige Bildung von Trennrissen in Verbundbauteilen zu vermeiden, sollte insbesondere beim Betonieren bei tiefen Temperaturen auf eine Begrenzung der Temperaturdifferenz zwischen dem neuen Beton (maximale Temperatur während der Hydratation) und dem Untergrund geachtet werden (siehe Forschungsbericht AGB 563 "Betonverhalten in jungem Alter und Begrenzung der Trennrissbildung in Verbundbauteilen").

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Fachhandbuch K (Kunstbauten) Technisches Merkblatt Bauteile Baustoffe - Beton	22 001-14130
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK Bundesamt für Strassen ASTRA	Betoninstandsetzung	V2.02 01.01.2023
Abteilung Strasseninfrastruktur I		Seite 6 von 6

12. Nachbehandlung

Die Bestimmungen der Norm SIA 262, Ziff. 6.4.6, sind sinngemäss zu beachten und als Mindestanforderung zu berücksichtigen (vgl. Norm SIA 269/2, Ziff. 7.4.1.7).

Daher wird die mit Mörtel reprofilierte Oberfläche oder die Oberfläche des neuen Betonbauteils während mindestens 7 Tagen mit Plastikfolien, oder sogar mit Isoliermatten, abzudecken.

Die vom ProduktHersteller vorgeschriebene Nachbehandlung ist zwingend einzuhalten.

Spritzmittel (Curing) sind generell nicht zugelassen. Allfällige Ausnahmen müssen sorgfältig begründet werden.