

Ing.-Ges. Prof. Dauberschmidt & Vestner mbH, Geisenhausenerstr. 18, 81379 München

Steeltec AG
Dr.-Ing. Marc Zintel
Emmenweidstrasse 90
CH-6020 Emmenbrücke

Geisenhausenerstr. 18
81379 München
Telefon: +49 (0) 89-80 91 07 04
Telefax: +49 (0) 89-96 16 11 77
eMail: info@dauberschmidt.com
www.dauberschmidt.com

Steuer-Nr.: 143/150/00883
Finanzamt München

Projektnummer: 19/081
Bearbeiter: Prof. Dr. Ing. Dauberschmidt
E-Mail: dauberschmidt@dauberschmidt.com

23.12.2021

Bauteilkatalog
Einsatzgebiete des Betonstahls Top12 der Fa. Steeltec AG
Horizontale, befahrbare Parkflächen nach Entwurfsgrundsatz C
19/081/3

Diese gutachterliche Stellungnahme umfasst 34 Textseiten



<u>INHALTSVERZEICHNIS</u>	Seite
1 VERANLASSUNG.....	3
2 EIGENSCHAFTEN DES BETONSTAHL TOP12.....	4
3 SICHERSTELLUNG DER DAUERHAFTIGKEIT VON HORIZONTALEN, BEFAHRENNEN PARKFLÄCHEN.....	7
3.1 Regelwerke	7
3.2 Mögliche Ausführungsvarianten nach DBV-Merkblatt.....	8
3.3 Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von ungerissenem Stahlbeton bei Verwendung von Top12	9
3.4 Sicherstellung der Dauerhaftigkeit im Bereich von Trennrissen bei Verwendung von Top12.....	10
4 BAUTEILKATALOG VON HORIZONTALEN, BEFAHRENNEN PARKFLÄCHEN NACH EGS C.....	15
4.1 Allgemeines.....	15
4.2 Diskussion von Konstruktionsdetails	16
4.2.1 Bodenplatten als Wasserundurchlässige Bauteile	16
4.2.2 Schutz von planmäßigen Sollrissfugen	16
4.2.3 Schutz von nicht geplanten Rissen	17
4.2.4 Hinweise zum Beton bei Ausführungsvariante A2.....	17
4.2.5 Hinweise zum Gefälle.....	18
4.2.6 Ausführung der unteren Bewehrungsebene	18
4.3 Entscheidungsbaum	19
4.4 Zusammenstellung der Konstruktionsdetails.....	19
5 ZULASSUNGEN / LITERATUR	32

1 VERANLASSUNG

Die Steeltec AG aus Emmenbrücke in der Schweiz beauftragte uns u.a. mit der Erstellung eines Bauteilkatalogs für die Ausführung von horizontalen, befahrbaren Stahlbetonbauwerken (Zwischendecken und Bodenplatten) in Parkhäusern und Tiefgaragen bei Ansatz des Entwurfsgrundsatzes c (gemäß DBV-Merkblatt Parkhäuser und Tiefgaragen [10]) und bei Verwendung des Top12 Betonstahls.

Grundlage für die erstellten Konstruktionsvarianten sind Forschungsergebnisse der Bundesanstalt für Materialprüfung und Forschung Berlin (BAM), der Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETHZ) und der Technischen Universität München (TUM) für den „Top12 Betonstahl“¹. Ferner sind die Untersuchungsergebnisse zum Korrosionsverhalten des Top12 im chloridbelasteten Trennrissbereich an der Hochschule München berücksichtigt.

Wir weisen darauf hin, dass die erstellten Konstruktionsdetails mit großer Sorgfalt, nach bestem Wissen und entsprechend dem vorliegend Forschungsstand erstellt wurden. Sie sind als Hilfestellung für den Planenden gedacht und sollen ein breites Spektrum der vorhandenen Expositionen und möglichen Konstruktionen abdecken. Dennoch obliegt es dem jeweiligen Planenden, die Anwendbarkeit des Top12 Betonstahls, projektspezifisch hinsichtlich der geforderten Dauerhaftigkeit der Konstruktion unter Berücksichtigung der vorhandenen bzw. zu erwartenden Einwirkungen zu prüfen. Wir schließen die Haftung für die in dieser Gutachterlichen Stellungnahme dargestellten Konstruktionsdetails aus.

Weiterhin muss jeder Planende selbständig entscheiden, ob das vorgeschlagene Konstruktionsdetail den Anerkannten Regeln der Technik entspricht, da es sich bei den hier dargestellten Ausführungsvarianten um neue Bauweisen handelt. Der Bauherr muss durch den Planenden hinsichtlich ggf. vorhandener Risiken, die sich in Bezug auf die Dauerhaftigkeit für das jeweilige Konstruktionsdetail ergeben können, umfassend informiert und aufgeklärt werden.

¹ Handelsname der Firma Steeltec AG für den Betonstahl: Top12/X2CrNi12/1.4003

2 EIGENSCHAFTEN DES BETONSTAHLS TOP12

Mit dem Top12 stellt die Steeltec AG einen kostengünstigen nichtrostenden Betonstahl der Werkstoffnummer 1.4003 und einem Chromgehalt $\geq 12,0\%$ her. Der warmgewalzte, ferritische Betonstahl wird zur Verbesserung des Korrosionswiderstandes zusätzlich nach Herstellung in einem speziellen Verfahren gebeizt. Seit 2016 liegt für den Bewehrungsstahl Top12 als B500B NR eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) für die Durchmesser 8 mm bis 14 mm vor [1]. Im Jahr 2018 wurde zudem für den Top12 B670B NR (Stabstahl) mit den Durchmesser 16 mm, 20 mm und 28 mm eine weitere Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das DIBt ausgestellt [2].

Die Kosten des Top12 Betonstahls (€/t) liegen derzeit ca. um den Faktor 4 über den Kosten eines konventionellen Betonstahls B500B.

Der kritische korrosionsauslösende Chloridgehalt von Top12 im ungerissenen Beton:

Der Korrosionswiderstand des Top12 in chloridhaltigem Beton wurde in den letzten Jahren im Rahmen zahlreicher Untersuchungen an der Bundesanstalt für Materialprüfung und Forschung (BAM), der ETH Zürich und der TU München intensiv beforscht. Von der Bundesanstalt für Materialprüfung wurde in [3], zusammengefasst in [25] ein kritischer korrosionsauslösender Chloridgehalt (C_{crit}) von 2,7 M.-%/z. im ungerissenen Beton bei einer 10-%igen Korrosionswahrscheinlichkeit nachgewiesen. Die in [4], [5], [23] und [24] vorgestellten Untersuchungen belegen, dass auch für sehr unterschiedliche Untersuchungsmethoden der kritische korrosionsauslösender Chloridgehalt über 2,6 M.-%/z. (ebenfalls ungerissen) ermittelt wurde. Dieser Wert von **2,6 M.-%/z.** wird nachfolgend auf der sicheren Seite als C_{crit} für den Top12 im ungerissenen Beton angesetzt. Damit liegt der kritische korrosionsauslösende Chloridgehalt von Top12 im Vergleich zu konventionellem Betonstahl (B500B) um ein Vielfaches höher – in [21] wurde dieser C_{crit} für einen B500B auf der sicheren Seite liegend mit **0,5 M.-%/z.** angegeben.

Der kritische korrosionsauslösende Chloridgehalt von Top12 im Trennrissbereich:

Im Rissbereich wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens an der Hochschule München die Beständigkeit des Top12 untersucht [6]. Dabei wurden Stahlbetonprüfkörper mit Top12 bzw. herkömmlichen Betonstabstahl B500B hergestellt und jeweils Trennrisse mit Rissbreiten von rd. 0,20 bis 0,25 mm (Median für BSt-Prüfkörper: 0,20 mm, Median für Top12-Prüfkörper: 0,25 mm) erzeugt. Auf diese Risse wurden dann jeweils chloridhaltige Lösungen in unterschiedlichen, mit der Zeit zu-

nehmenden Chlorid-Konzentrationen appliziert. Die Korrosionsinitiierung wurde mittels Korrosionsstrommessung und Messung des freien Korrosionspotentials ermittelt. Dabei wurden jeweils 18 Proben mit dem Top12 und 18 Proben mit B500B untersucht, wovon jeweils 13 Proben für die Ermittlung der Korrosionsinitiierung ausgewertet werden konnten.

Die durchgeführten Versuche im Rissbereich ergaben eine Korrosionsinitiierung der 13 untersuchten unlegierten, warmgewalzten B500B-Proben bei Chloridgehalten von 0,2 bis 1,2 M.-%/z. im nicht karbonatisierten Trennrissbereich bei Verwendung einer Betonrezeptur mit CEM I- Zement. Bei Verwendung von Top12 fand eine dauerhafte Depassivierung bei Chloridgehalten im Riss von 1,8 bis 5,8 M.-%/z. statt. Der Chloridwert, der rechnerisch zu einer Depassivierung bei 50 % der Proben führt, liegt dabei bei über 4 M.-%/z., der 5 %-Fraktilwert (95 % der Proben ist noch passiv) kann nach **Abbildung 1** zu $C_{crit,Riss} = 1,7 \text{ M.-%/z.}$ abgeschätzt werden. Dieser Wert wird nachfolgend als unterer Grenzwert für die Depassivierung von Top12 im Rissbereich angesetzt. Es sei darauf hingewiesen, dass die Untersuchungen an der Hochschule München bei konstanter Rissbreite ohne Rissbreitenänderungen durchgeführt wurden. Bei Rissbreitenänderungen muss ggf. mit geringeren $C_{crit,Riss}$ -Werten gerechnet werden.

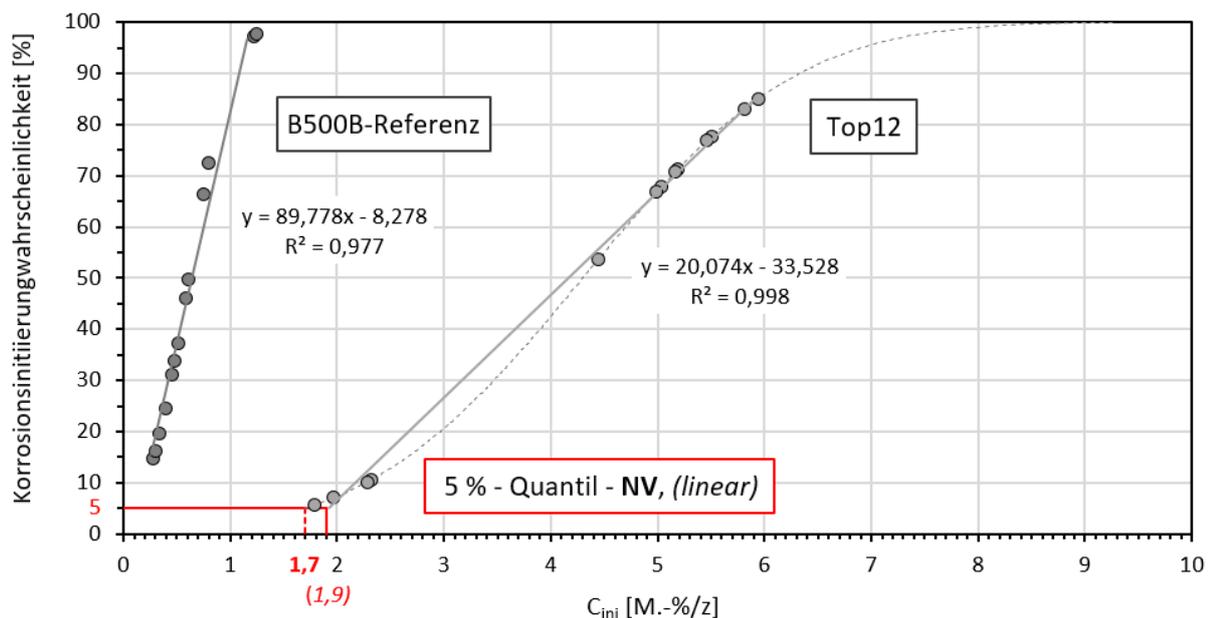


Abbildung 1: Untersuchungsergebnisse zum kritischen, korrosionsauslösenden Chloridgehalt von Top12 im Trennrissbereich [6]



Aufgrund des erhöhten Korrosionswiderstandes im Vergleich zu einem herkömmlichen Betonstahl B500B darf die Betondeckung nach Tabelle 4.4DE gemäß DIN EN 1992-1-1/NA unter Berücksichtigung des Abschnitts 4.4.1.2, DIN EN 1992-1-1 entsprechend **Tabelle 1** reduziert werden.

Tabelle 1: Mindestbetondeckung c_{\min}^* – Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Betonstahl Top12 nach [2] für Nenndurchmesser 8, 10, 12, 14, 16, 20 28 mm

Dauerhaftigkeitsklasse für c_{\min}^* [mm]							
Anforderungsklasse	Expositionsklasse nach Tabelle 4.1						
	(X0)	Xc1	XC2 XC3	XC4	XD1 XS1	XD2 XS2	XD3 XS3
S3 $\rightarrow c_{\min, dur}$	(10)	10	20	25	30	35	40
$\Delta c_{dur,r}$	0				+10	+5	0
$\Delta c_{dur,st}$	0	0	-5	-10	-10	-10	-10
c_{\min}^*	10	10	15	15	30	30	30

3 SICHERSTELLUNG DER DAUERHAFTIGKEIT VON HORIZONTALLEN, BEFAHRENNEN PARKFLÄCHEN

3.1 Regelwerke

Direkt befahrene Stahlbeton-Bodenplatten und tragende Stahlbeton-Zwischendecken sind nach den aktuellen Regelwerken mit einer zusätzlichen Maßnahme vor dem Eindringen von Chloriden in den Konstruktionsbeton zu schützen.

In der aktuellen Norm für die Bemessung und Konstruktion von Stahlbetontragwerken[12] steht kurz und prägnant, dass *der Schutz der Bewehrung vor Korrosion von Dichtheit, Qualität und Dicke der Betondeckung und der Rissbildung abhängt*. Im entsprechenden nationalen Anwendungsdokument [13] steht die Anforderung, dass *„die Ausführung von Parkdecks nur mit zusätzlichen Maßnahmen (z. B. rissüberbrückende Beschichtung, siehe DAfStb-Heft 600)“* zulässig sei. Das entsprechende Heft 600 [14] präzisiert diese Anforderungen wie folgt:

Bei Verkehrsflächen in Parkbauten (Parkhäuser und Tiefgaragen) handelt es sich in der Regel um über mehrere Felder durchlaufende Flächentragwerke oder um direkt befahrene Bodenplatten in Erd- oder Untergeschossen. In Parkbauten werden im Winter Chloride aus Tausalzen von den Fahrzeugen bis in alle befahrenen Ebenen eingeschleppt. Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit unter wechselnd nassen und trockenen Umgebungsbedingungen ist jedoch zu vermeiden, dass chloridhaltiges Wasser bis zur Bewehrung vordringt und dort Schäden durch chloridinduzierte intensive (Lochfraß-)Korrosion der Bewehrung hervorrufen kann.

Dieses normative Prinzip ist bei Verwendung üblicher Betonstahl- und Spannstahlbewehrung so anzuwenden, dass das Vordringen von Chloriden über die ungerissene Betondeckung bis zur Bewehrung innerhalb der geplanten Nutzungszeit von 50 Jahren ebenso vermieden wird, wie ein entsprechendes Vordringen von Chloriden bei wechselnd nassen und trockenen Umgebungsbedingungen durch Risse oder Arbeitsfugen.

Die Anforderungen der aktuell gültigen Regelwerke an die Ausführung einer Tiefgaragen-Bodenplatte können somit wie folgt zusammengefasst werden:

- Es sind besondere Maßnahmen zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit zu ergreifen.
- Risse und Arbeitsfugen sind dauerhaft zu schließen.
- Eine Instandhaltung in Verbindung mit einer regelmäßigen Wartung ist erforderlich.

3.2 Mögliche Ausführungsvarianten nach DBV-Merkblatt

Hinsichtlich der Sicherstellung der Dauerhaftigkeit müssen die Vorgaben des im Januar 2018 erschienenen DBV-Merkblatts „Parkhäuser und Tiefgaragen“ [10] berücksichtigt werden. In diesem Merkblatt werden Ausführungsvarianten zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit vorgestellt. Grundsätzlich sind bei Parkbauten, welche einer Chloridbelastung durch Tausalzeintrag durch PKWs ausgesetzt sind, die Beachtung von zwei Prinzipien für befahrene Stahlbetonkonstruktionen vorgegeben:

1. Prinzip: Das befahrene Bauteil muss so ausgeführt sein, dass den einwirkenden Chloriden ein hinreichender Bauteilwiderstand entgegengesetzt wird.
2. Prinzip: Das Eindringen von Chloriden über Risse und Arbeitsfugen bis zur Bewehrung ist zu verhindern.

Diese beiden Prinzipien sind bei der Planung und beim Konstruieren sinnvoll mit den nachfolgend genannten Entwurfsgrundsätzen (EGS) zu kombinieren, siehe **Abbildung 2**. Dies bedeutet, dass die geplante Ausführungsvariante Konsequenzen hinsichtlich der Planung der Rissbildung und der Planung des Bauteilwiderstands im ungerissenen Bereich hat. Je nach Ausführungsvariante ist insofern vom Tragwerksplaner stets ein passender Entwurfsgrundsatz zu wählen und mit dem Objektplaner abzustimmen.

Entwurfsgrundsatz a: Risse werden durch geeignete konstruktive (z. B. Vorspannung oder Einfeldsysteme), betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen vermieden.

Entwurfsgrundsatz b: Risse werden nicht vermieden, sondern durch eine entsprechende Bewehrungsmenge und -anordnung fein verteilt und in ihrer Breite begrenzt.

Entwurfsgrundsatz c: Risse werden in bestimmten Bereichen des Bauteils planmäßig zugelassen und dürfen dort auch größere Breiten aufweisen, da sie planmäßig geschlossen werden.

Durch die Nennung der Grundsätze im DafStb-Heft 600 gemäß **Abbildung 2** sind diese als Anerkannte Regel der Technik zu werten.

1	2	3	4	5	6	7
1	Variante A		Variante B		Variante C	
2	Beschreibung		Beschreibung		Beschreibung	
3	Untervariante		Untervariante		Untervariante	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
4	Entwurfsgrundsatz		Entwurfsgrundsatz		Entwurfsgrundsatz	
5	Expositions- und Feuchtigkeitsklasse		Expositions- und Feuchtigkeitsklasse		Expositions- und Feuchtigkeitsklasse	
6	Mindestbetondeckung		Mindestbetondeckung		Mindestbetondeckung	
7	Inspektion		Inspektion		Inspektion	

Abbildung 2: Ausführungsvarianten für befahrene Parkflächen nach dem aktuellen DBV-Merkblatt / DAfStb-Heft 600

Nachfolgend werden die o.g. Ausführungsvarianten für den Entwurfsgrundsatz c bei Verwendung einer oberen Bewehrungslage aus Top12 angewandt. Nach dem DBV-Merkblatt können entsprechend die Ausführungsvarianten A2 und B1 mit dem Entwurfsgrundsatz c hergestellt werden, siehe **Abbildung 2**. Diese Ausführungsvarianten zu befahrenden Stahlbetonbauteilen werden in Anlehnung an DBV-Heft 42 [11] bei Verwendung des Top12-Bewehrungsstahls beschrieben.

3.3 Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von ungerissenem Stahlbeton bei Verwendung von Top12

Bei Verwendung einer Top12-Bewehrung darf nach [2] bei den Ausführungsvarianten A2 und B1 für die Expositionsclassen XD1 und XD3 die Mindestbetondeckung nach Zeile 6 in **Abbildung 2** von 40 mm auf 30 mm reduziert werden. Die entsprechenden Vorgaben der Norm an die Betonzusammensetzung für die entsprechenden Expositionsclassen sind dabei einzuhalten. Empfohlen wird bei Anwendung der Ausführungsvariante A2 darüber hinaus eine Betonzusammensetzung mit hohem Chlorideindringwiderstand, z.B. durch Verwendung eines CEM III/A- oder CEM II/B-S-Zementes, siehe hierzu auch [21], [22] – dies unabhängig davon, ob eine herkömmliche Betonstahlbewehrung oder eine Top12-Bewehrung verwendet wird.

3.4 Sicherstellung der Dauerhaftigkeit im Bereich von Trennrissen bei Verwendung von Top12

Wie in Kapitel 2 dargestellt, kann bei Trennrissen mit einer Rissbreite von rd. 0,25 mm bei Verwendung einer Top12-Bewehrung der kritische korrosionsauslösende Chloridgehalt zu

$C_{\text{crit,Riss}} = 1,7 \text{ M.-%/z}$ abgeschätzt werden.

Es stellt sich nun die Frage, welche Chloridgehalte in Rissen an horizontalen, befahrenen Stahlbetonbauteilen in Parkbauten in Praxis vorliegen. Für eine grobe Abschätzung wurden Bauwerksuntersuchungen an 12 Parkbauten ausgewertet. Die Parkbauten waren zum Untersuchungszeitraum zwischen 5 und 35 Jahre in Betrieb. Es wurden jeweils die Chloriduntersuchungen im Rissbereich der Stahlbetonkonstruktionen ausgewertet. Dabei wurde jeweils die 2. Tiefenlage des Chloridprofils berücksichtigt, also entweder 10 bis 30 mm oder 20 bis 40 mm Entnahmetiefe, da dies in etwa Tiefenlage der Bewehrung bei Einhaltung von $c_{\text{min}} 30 \text{ mm}$ entspricht. Von den 12 Bauwerken konnten an zehn Bauwerken die Chloridbelastung von Rissen in der Bodenplatte und an drei Bauwerken die Chloridwerte von Rissen der Zwischendecken (hier sowohl Oberseite der Zwischendecken wie auch bei Trennrissen die Unterseite der Zwischendecke) ausgewertet werden. Weiterhin konnten Risse im Bereich von Verdunstungsrinnen mit üblicherweise anstehendem Wasser untersucht werden. Die untersuchten Parkbauten stehen überwiegend in der Umgebung von München, also in einer Region stärkerer Chloridexposition.

Die Summenhäufigkeit der ermittelten Chloridgehalte in der zweiten Tiefenlage in allen untersuchten Rissen unabhängig von Alter und Bauteil ist in **Abbildung 3** dargestellt. Dabei zeigt sich, dass von den untersuchten 67 Chloridprofilen bei rd. 80 % der Chloridgehalt unter 1,7 M.-%/z. liegen und damit unter $C_{\text{crit,Riss}}$. Unterscheidet man die Chloridprofile nach Bauart oder Lage (Bodenplatte, Zwischendecke, Rinne), so fällt auf, dass Zwischendecken-Unterseiten bei Trennrissen und Risse in Rinnen besonders stark chloridhaltig sind, siehe **Abbildung 4**. Hierbei ist zu beachten, dass der Stichprobenumfang für Zwischendecken und Rinnen gering ist.

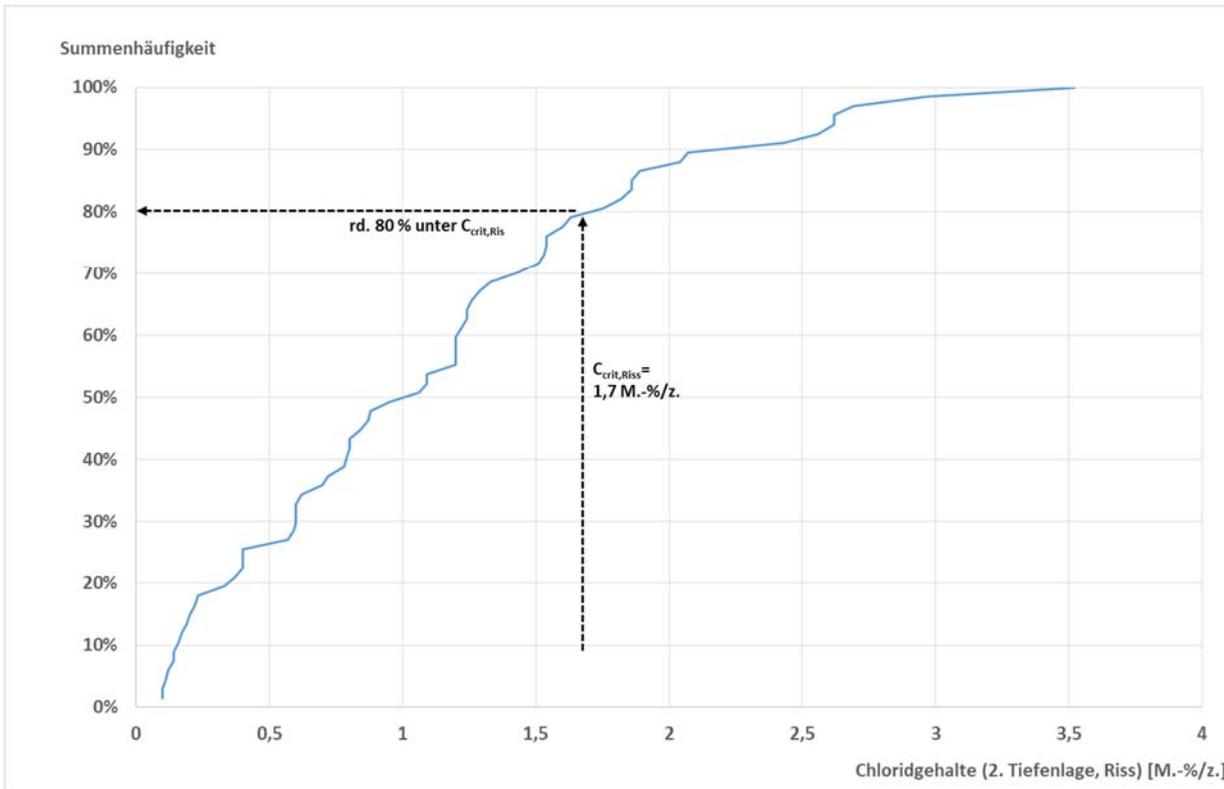


Abbildung 3: Summenhäufigkeit der Chloridgehalte im Rissbereich (alle untersuchten Risse)

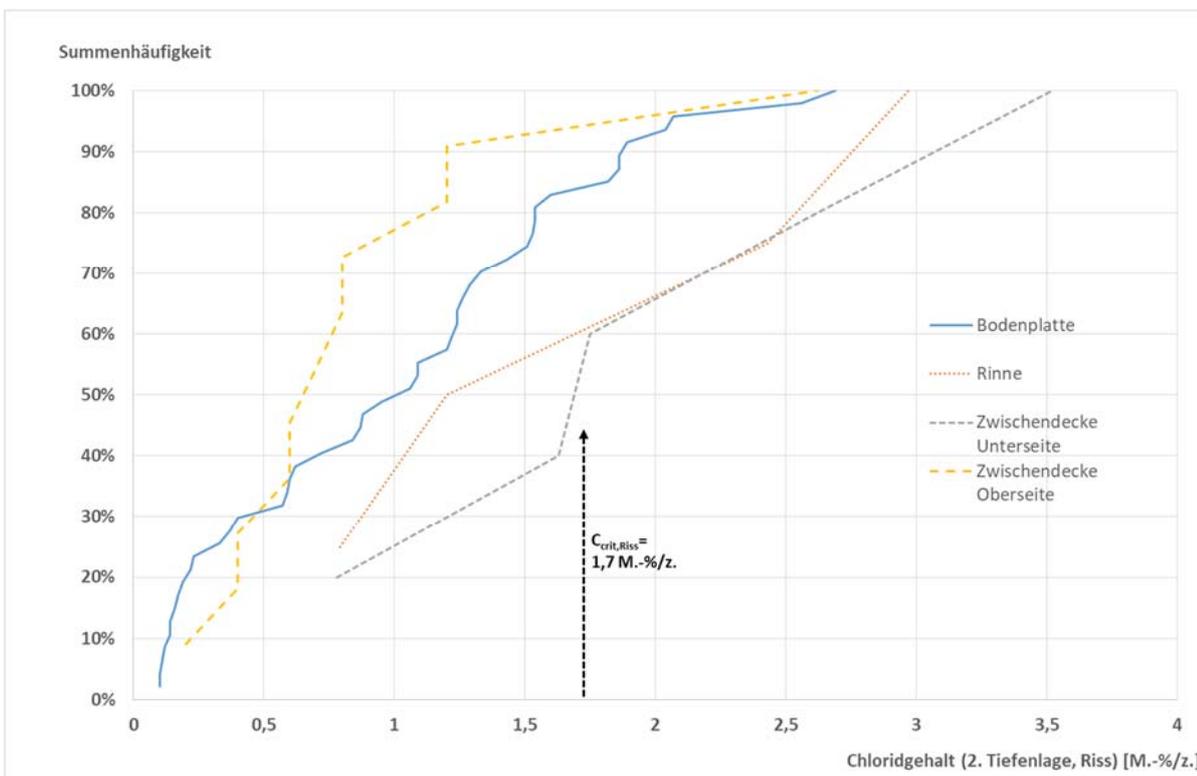


Abbildung 4: Summenhäufigkeit der Chloridgehalte im Rissbereich unterschieden nach Bauart

Unterscheidet man die ermittelten Chloridgehalte hinsichtlich des Bauteilalters, so fällt auf, dass innerhalb eines Bauteilalters bis 5 Jahren an keinem untersuchten Rissbereich $C_{\text{crit, Riss}}$ überschritten ist. Ab einem Bauteilalter von 10 Jahren wurden Chloridgehalte oberhalb von $C_{\text{crit, Riss}}$ ermittelt, siehe **Abbildung 5**.

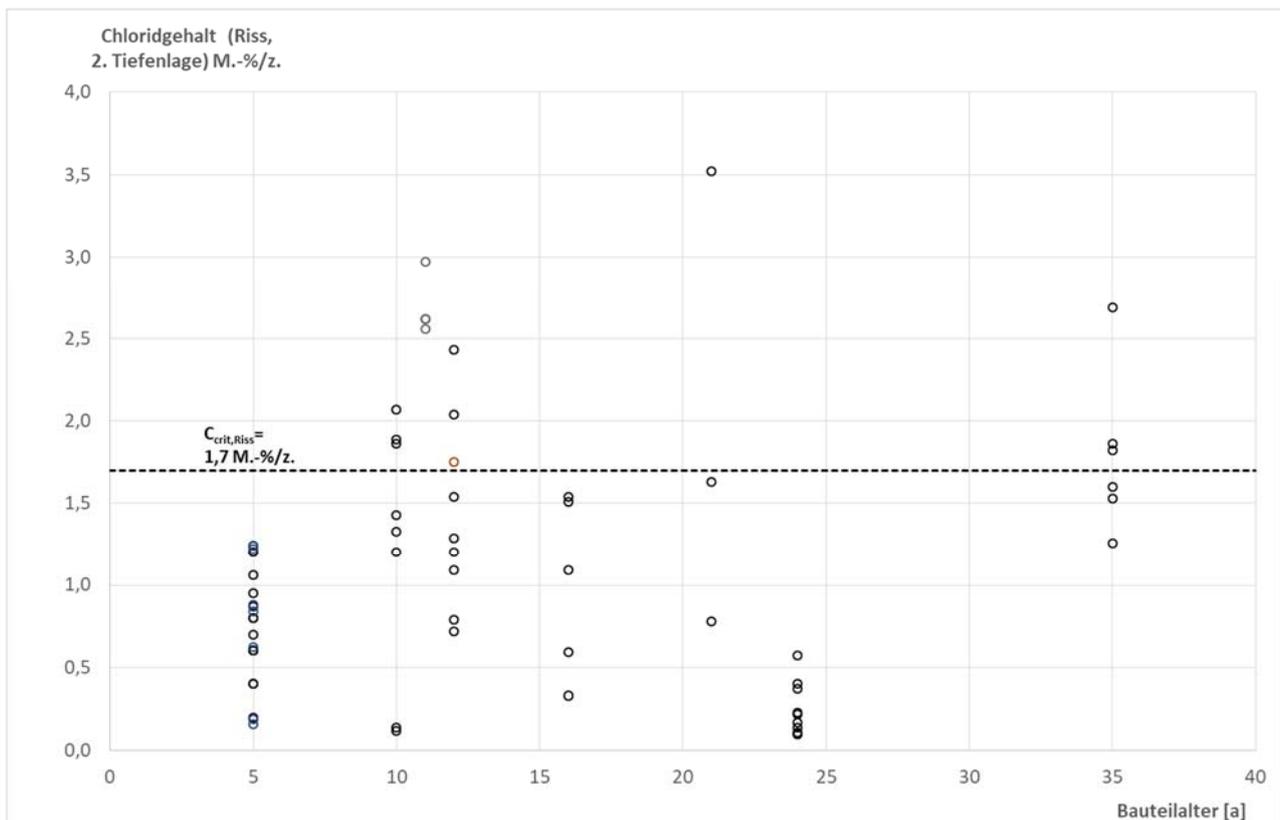


Abbildung 5: Chloridgehalte im Rissbereich in Abhängigkeit des Bauteilalters

Hinsichtlich der Bestimmung des Chloridgehaltes im Rissbereich sei darauf hingewiesen, dass am Bauwerk die Bohrmehlentnahme meist parallel zum Riss und damit senkrecht zum Chlorideindringen im Rissbereich stattfindet. Dies führt zu einer „Verschmierung“ des Chloridprofils – die maximale Chloridkonzentration im Riss wird hiermit nicht korrekt ermittelt. Bei der Bestimmung von $C_{\text{crit, Riss}}$ im Labor [6] wurde hingegen der Chloridgehalt durch Bohrmehlentnahme in Richtung des Chlorideindringens ermittelt, siehe **Abbildung 6**.

Somit kann bei der Bauwerksuntersuchung in der Praxis der tatsächlich vorhandene maximale Chloridgehalt in den Rissen höher sein als der mit der Entnahmemethode ermittelte Chloridgehalt. Theoretische Untersuchungen in [15] zeigen, dass der dabei tatsächliche maximale Chloridgehalt

im Rissufer bei einem Bauteilalter von 5 Jahren rd. 20 % (offenporige Betone) bis rd. 50 % (dichte Betone) höher ist als der mit Bohrmehlproben ermittelte.

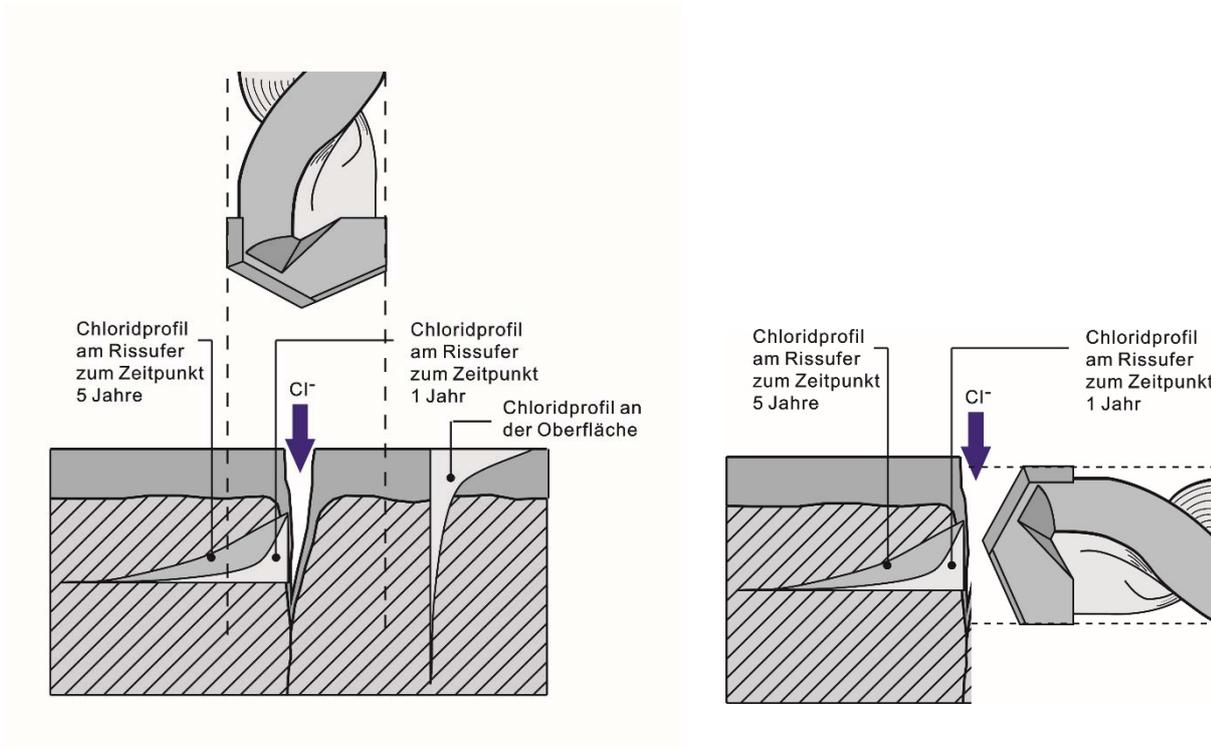


Abbildung 6: Unterschiedliche Chloridgehaltsbestimmung: links: Vorgehen am Bauwerk; rechts: Vorgehen bei Ermittlung von $C_{\text{crit, Riss}}$ im Labor

Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit von mit Top12 bewehrten Stahlbauteilen im Rissbereich können die Ergebnisse wie folgt zusammengefasst und bewertet werden:

- Bei einem Bauteilalter bis 5 Jahre konnten an keinem untersuchten Rissbereich Chloridwerte im Riss ermittelt werden, die über dem im Labor ermittelten $C_{\text{crit, Riss}}$ lagen. Auch bei Berücksichtigung der Abweichungen in den ermittelten Chloridgehalten durch Bohrmehlentnahme in Richtung des Risses (siehe **Abbildung 6**, links) ist bei durchschnittlicher Chloridexposition innerhalb von 5 Jahren kaum mit einer dauerhaften Korrosionsinitiierung der Top12-Bewehrung zu rechnen.

Aus diesen Ergebnissen kann abgeleitet werden, dass ein Abdichten von Rissen bis maximal 5 Jahren nach Rissentstehung (mit z.B. Rissbandage) mit einem geringen Korrosionsrisiko verbunden ist. In den Empfehlungen des DBV-Merkblatts ist bei Verwendung von



herkömmlichen Betonstahl eine begleitende Rissbehandlung innerhalb eines Jahres gefordert.

- Bei Zwischendecken muss bei Trennrissen an der Unterseite mit einer Aufkonzentration von Chloriden gerechnet werden, so dass hier ein frühzeitigeres Abdichten zu empfehlen ist – nicht nur aus Gründen der Dauerhaftigkeit, sondern auch wegen der Gebrauchstauglichkeit: durch Trennrisse hindurch tretendes Wasser kann durch den hohen pH-Wert auch den Lack von PKWs angreifen.
- Auch wird empfohlen, im Bereich von Rinnen oder bei Pfützenbildung Risse innerhalb der im DBV-Merkblatt angegebenen Zeiträumen (innerhalb eines Jahres) zu schließen.

4 BAUTEILKATALOG VON HORIZONTALEN, BEFAHRENEN PARKFLÄCHEN NACH EGS C

4.1 Allgemeines

Der nachfolgende Bauteilkatalog wurde in Anlehnung an das DBV-Heft 42 „Ausführungsvarianten für dauerhafte Bauteile – Beispielsammlung“ [11] erstellt. Die normativen und technischen Grundlagen, auf denen die hier vorgelegten Konstruktionsdetails fußen, sind ausführlich im DBV-Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, 3. überarbeitete Ausgabe, Fassung Januar 2018 [10], beschrieben. Daher dürfen die nachfolgenden Konstruktionsdetails nur im Zusammenhang mit dem DBV-Merkblatt [10] und dem DBV-Heft 42 [11] angewendet werden.

Der Bauteilkatalog berücksichtigt häufig vorkommende Fälle von horizontalen befahrenen Stahlbetonkonstruktionen (siehe auch **Abbildung 7**) bei üblicher Chloridexposition. Bei starker Chloridexposition (wie z.B. sehr hohe Überfahrungsfrequenzen oder besonders hohe Tausalzbelastung) sind die Konstruktionsdetails vom Planenden hinsichtlich Dauerhaftigkeit zu bewerten. Insbesondere für Rampen mit hohen Nutzungsfrequenzen sollte überprüft werden, ob eine hinreichende Dauerhaftigkeit sichergestellt werden kann.

Die zu jedem Konstruktionsdetail angegebenen Randbedingungen sollen den Planenden dabei unterstützen, entsprechend des Bedarfs des Bauherrn und der sonstigen spezifischen Anforderungen der konkreten Tiefgarage/Parkhaus eine geeignete Ausführungsvariante auszuwählen.

Die Hinweise sollen die am Bau beteiligten unterstützen, die Hinweis-, Aufklärungs- und Dokumentationspflichten zu erfüllen. Zur Vermeidung von Haftungsrisiken müssen diese Pflichten sorgfältig wahrgenommen und dokumentiert werden. So muss bspw. der Planer seinem Auftraggeber die Vor- und Nachteile sowie technischen Risiken der zur Diskussion stehenden Ausführungsvarianten erläutern. Diese Erläuterung muss dokumentiert und im Streitfall nachgewiesen werden. Nur so kann er vermeiden, isoliert für einzelne Nachteile seiner Planung selbst dann zu haften, wenn diesen Nachteilen vom Bauherrn gewünschte Vorteile gegenüberstehen. Dies gilt auch für Bauunternehmer oder beratend tätig werdende Bauprodukthersteller, die ggf. weitere oder abweichende Ausführungsvarianten vorschlagen.

Weitere Hinweise zu dem Bauteilkatalog:

- Bei den angegebenen Mindestbetondeckungen c_{\min} handelt es sich um $c_{\min,dur}$ entsprechend den maßgebenden Expositionsklassen. Die noch zusätzlich erforderlichen Festlegungen der Mindestbetondeckung aus der Verbundbedingung $c_{\min,b}$, des Vorhaltemaßes Δc_{dev} und die Ermittlung des Verlegemaßes c_v der Betondeckung auf Basis von DIN EN 1992-1-1 /NA [13] obliegen dem Tragwerksplaner.
- Die Prinzipskizzen sind nicht maßstäblich.
- Wenn Bewehrung dargestellt wird, zeigt dies nur das abstrakte Prinzip einer Bewehrungsführung und ist nicht als vollständiger Bewehrungsplan anzusehen. Rand- und Anschlussbewehrungen sowie Bügel sind meist nicht dargestellt.
- Gefälleangaben sind planerische Vorgaben, die sich aus der Entscheidung des Bauherrn für oder gegen Gefälleausbildung ergeben. Es wird aber dringend aus Gründen der Dauerhaftigkeit empfohlen, die Ausführungsvariante A2 nur mit Gefälle auszuführen. Ferner sollte bei Verzicht eines hinreichenden Gefälles der Bauherr über mögliche Pfützenbildung und der damit einhergehenden eingeschränkten Gebrauchstauglichkeit aufgeklärt werden.

4.2 Diskussion von Konstruktionsdetails

4.2.1 Bodenplatten als Wasserundurchlässige Bauteile

Ist die Bodenplatte Teil einer Wasserundurchlässigen Konstruktion gemäß WU-Richtlinie des DAfStb [16], so sind die Vorgaben der WU-Richtlinie u.a. hinsichtlich Entwurf, Anforderungen an Beton, Bauteildicke und Fugen, Bemessung, Bewehrungs- und Konstruktionsdetails, Fugenabdichtung und Ausführung zu beachten.

4.2.2 Schutz von planmäßigen Sollrissfugen

Idealerweise wird der im DBV-Merkblatte [10] beschriebene Entwurfsgrundsatz c (planmäßige Risse) durch Einbau von sog. Sollriss-Elementen nach WU-Richtlinie umgesetzt. Durch vorgegebene Schwächung des Betonquerschnitts kann die Lage von planmäßig entstehenden Rissen zielgerichtet gesteuert werden. Nach WU-Richtlinie [16] erfordern Sollrissquerschnitte bei Ortbeton eine ausreichende Schwächung des Betonquerschnitts (mindestens $1/3$ der Querschnittsdicke) und gegebenenfalls der durch den Sollrissquerschnitt geführten Bewehrung. Bei Bodenplatten, die als wasserundurchlässige Bauwerke ausgeführt werden ist für Nutzungsklasse A der Einbau einer Fugenabdichtung erforderlich. Bei der Wahl der Fugenabdichtungen müssen die bei der Rissbildung zu erwartenden Verformungen berücksichtigt werden.

Da die Rissbreiten in der Sollrissfuge planmäßig deutlich größer als 0,2 mm sein können, sind die Ergebnisse von untersuchten Parkbauten für übliche Rissbreiten in **Kapitel 3.4** nicht auf Sollrissfugen übertragbar. Es sind deshalb bereits bei Planung und Herstellung sog. rissüberbrückende Bandagen (Rissbandagen) als planmäßige Fugenabdichtungen vorzusehen. Es wird empfohlen, durch z.B. lokales Fräsen die Rissbandagen oberflächengleich mit der Betonoberfläche bzw. der Beschichtung auszuführen. Wird dies nicht ausgeführt, so ist mit einer verringerten Lebensdauer der Rissbandagen zu rechnen. Weiterhin muss durch Pfützenbildung im Bereich der Rissbandagen mit Einschränkung der Nutzungsfreundlichkeit gerechnet werden.

Die Rissüberbrückungsfähigkeit der Rissbandage ist auf die zu erwartende Rissbreite am Sollriss auszulegen. Hierbei haben sich Rissbandagen mit Nachweis als OS14 (nach TR-IH [19]) bzw. OS 10 (nach RL-SIB[18]) bewährt. Es wird weiterhin empfohlen, einen Verkrallungsschlitz zur Reduktion der Schälspannungen vorzusehen.

4.2.3 Schutz von nicht geplanten Rissen

Entstehen nicht geplante Biegerisse (oben) oder Trennrisse, so ist die Bewehrung im Rissbereich vor einem dauerhaften Chlorideintrag zu schützen. Es wird in Anlehnung an das DBV-Heft 42 [11] empfohlen, eine rissüberbrückende Bandage als begleitende Rissbehandlung aufzubringen. Die Details sind im vorherigen Kapitel erläutert.

Im Rahmen des Instandhaltungsplans wird für herkömmliche Bewehrung ein Verschließen der Risse innerhalb eines Jahres angestrebt. Bei Verwendung von Top12-Bewehrung kann aus den Untersuchungen zur Chloridbelastung in Rissen abgeleitet werden, dass ein Abdichten von Risse bis maximal 5 Jahren nach Rissentstehung mit einem geringen Korrosionsrisiko verbunden ist. Bei Trennrissen von Zwischendecken, Rinnen oder bei Rissen in Pfützenbereichen sollten die Risse innerhalb der im DBV-Merkblatt angegebenen Zeiträume (innerhalb eines Jahres) geschlossen werden.

4.2.4 Hinweise zum Beton bei Ausführungsvariante A2

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der unbeschichteten, direkt befahrbaren Bauteile nach Ausführungsvariante A2 wird empfohlen, über die Vorgaben der Norm an die Betonzusammensetzung

für die entsprechenden Expositionsklassen hinaus, eine Betonzusammensetzung mit hohem Chlorideindringwiderstand, z.B. durch Verwendung eines CEM III/A- oder CEM II/B-S-Zementes zu verwenden. Zur Abschätzung des erforderlichen Chloriddiffusionskoeffizienten sei auf das BAW-Merkblatt MDCC verwiesen [17].

4.2.5 Hinweise zum Gefälle

Es wird empfohlen, Bodenplatten und Zwischendecken mit einem Gefälle und Entwässerungseinrichtungen auszuführen. Hinweise sind im DBV-Merkblatt Kapitel 2.3.6 [10] zu finden.

Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit ist ein Gefälle grundsätzlich als positiv zu bewerten, weil dadurch chloridhaltige Wässer auf direktem Weg abgeführt werden.

Formal ist bei Bauteilen ohne zusätzliches Oberflächenschutzsystem bei Ausführungsvariante A2 mit ausreichend hohem Chlorideindringwiderstand des Betons, aus Dauerhaftigkeitsgründen kein Gefälle erforderlich. Dennoch wird auch aus Gründen der Nutzungsfreundlichkeit (Pfützenfreiheit) ein hinreichendes Gefälle empfohlen.

4.2.6 Ausführung der unteren Bewehrungsebene

Für die Dauerhaftigkeit der Konstruktion ist zunächst die obere Bewehrungsebene der Bodenplatte / Zwischendecke maßgeblich. Im Rahmen dieses Bauteilkatalogs wird davon ausgegangen, dass die oberen Bewehrungslagen mit Top12-Bewehrung ausgeführt werden.

Die Bewehrungslagen auf der Unterseite der Bodenplatte / Zwischendecke können, da sie üblicherweise weit von der Chloridexposition auf der Plattenoberseite entfernt sind, der Expositionsklasse XC3 zugeordnet und mit herkömmlicher Bewehrung ausgeführt werden. Entsteht allerdings ein ungeplanter Trennriss, kann auch die untere Bewehrungsebene chloridexponiert sein. Bei anstehendem Wasserdruck bei Bodenplatten ist die Chloridbelastung der unteren Bewehrungsebene meist sehr gering, so dass keine Einschränkung der Dauerhaftigkeit bei Einsatz herkömmlicher Bewehrung zu erwarten ist. Anders verhält es sich bei Trennrissen von Zwischendecken. Hier ist mit einer Chloridaufkonzentration auf der Unterseite zu rechnen, die auch schon nach 5 Jahren zu einem Chlorideintrag in Trennrissen mit kritischen Chloridkonzentrationen bei herkömmlicher Bewehrung führen können. Insofern sind bei Zwischendecken folgende Ausführungsvarianten denkbar:

- Untere Bewehrungsebene aus herkömmlicher Bewehrung: Trennrisse sind innerhalb eines Jahres im Rahmen der Rissbehandlung zu verschließen
- Untere Bewehrungsebene auch aus Top12: Trennrisse können aus Gründen der Dauerhaftigkeit längere Zeiträume geöffnet bleiben. Da aber die Untersuchungsergebnisse nur einen sehr kleinen Stichprobenumfang aufweisen, können keine Empfehlungen zu den Zeiträumen angegeben werden, in denen die Trennrisse geöffnet sein dürfen. Auch sind die möglichen Nachteile der Gebrauchstauglichkeit (herabtropfendes alkalisches Wasser) zu berücksichtigen.

Da auch bei Verwendung von Top12 als untere Bewehrungsebene keine gesicherten Angaben zu den erforderlichen Wartungszyklen mit Verschließen der Risse angegeben werden können, wird empfohlen, die untere Bewehrungsebene mit herkömmlicher Bewehrung auszuführen und die auftretende Risse innerhalb eines Jahres im Rahmen der Rissbehandlung zu verschließen.

4.3 Entscheidungsbaum

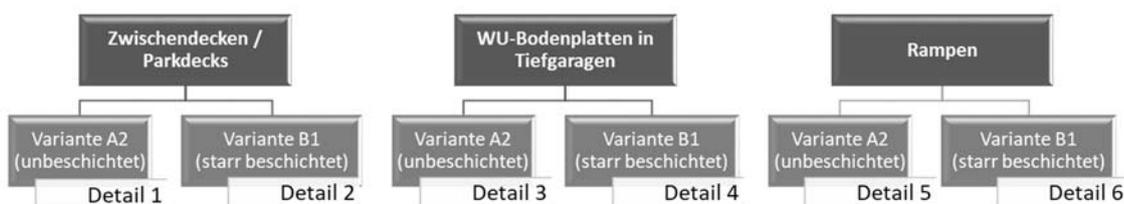


Abbildung 7: Entscheidungsbaum zur Auswahl des Konstruktionsdetails

4.4 Zusammenstellung der Konstruktionsdetails

Detail 1:	Parkdeck Ausführungsvariante A – ohne flächiges Oberflächenschutzsystem oder Abdichtung Variante A2 – Beton direkt beansprucht, lokaler Schutz der Risse
Prinzipskizze	
Legende zur Prinzipskizze	<p>a Betonstahl Top12</p> <p>b herkömmlicher Betonstahl B500 ^{a)}</p> <p>1 tragende Stahlbeton- oder Spannbetonplatte, direkt befahren</p> <p>2 Trennriss als geplanter Sollriss</p> <p>3 Verkrallungsschlitz, ggf. Einfräsung und Grundierung für Rissbandage</p> <p>4 rissüberbrückende Bandage als geplante Abdichtung des Sollrisses (kann bei der Herstellung bereits aufgebracht werden) als begleitende Rissbehandlung bei ungeplanten Rissen (wird im Rahmen der Wartung aufgebracht)</p> <p>5 Sollrisselement</p> <p>6 ungeplanter Trennriss oder Biegeriss (oben)</p> <p>^{a)} die untenliegende Biegezugbewehrung kann ggf. in XC3 eingestuft werden (kein Chloridzutritt an die untere Bewehrung), sofern evtl. entstehende ungeplante Trennrisse innerhalb eines Jahres verschlossen werden.</p>
Randbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwurfsgrundsatz EGS c: wenige Risse möglichst an definierten Stellen (z. B. Sollrissfugen); ▪ Expositions- und Feuchtigkeitsklassen: XD3, XC4, XF2 (XF4 in frei bewitterten Bereichen), WA; eine Abminderung der Expositionsklasse der unteren Bewehrungsebene auf XC3 kann dann angesetzt werden, wenn ein dauerhafter Chloridzutritt unterbunden wird (Rissbehandlung) ▪ Mindestbetondeckung oben: Betonstahl Top12: $c_{min,dur} = 30 \text{ mm}$; ▪ Planung und Ausführung des dauerhaften lokalen Schutzes von Rissen nach TR-IH [19] ▪ Die Rissüberbrückungsfähigkeit der Rissbandage ist auf die zu erwartende Rissbreite am Sollriss bzw. auf die zu erwartende Rissbreitenänderung der Biege- und Trennrisse auszulegen.

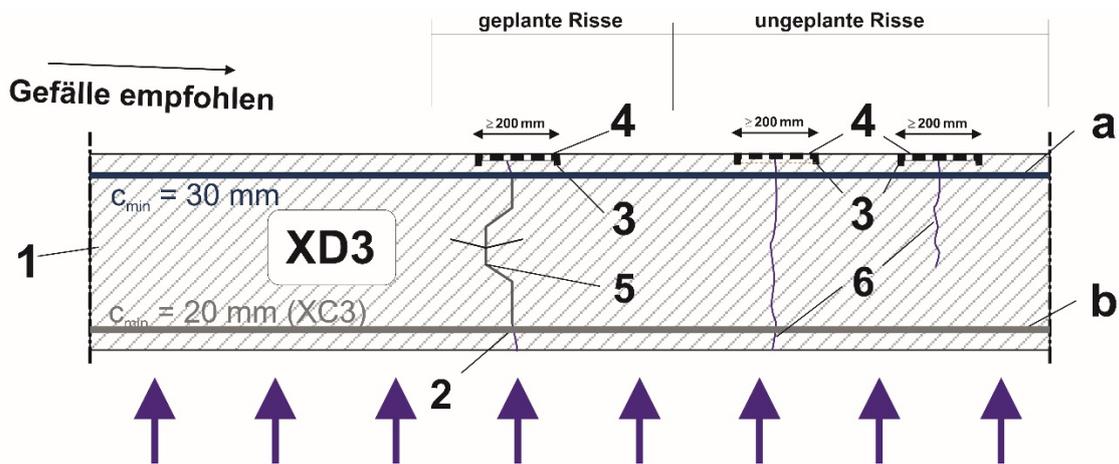
Detail 1:	Parkdeck Ausführungsvariante A – ohne flächiges Oberflächenschutzsystem oder Abdichtung Variante A2 – Beton direkt beansprucht, lokaler Schutz der Risse
Hinweise	<ul style="list-style-type: none">▪ reduzierte rissbreitenbegrenzende Bewehrung;▪ besondere konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen erforderlich;▪ rissbegleitende Behandlung erforderlich: Einschränkungen im Erscheinungsbild und beim Betrieb (zeitweise Nutzungseinschränkung);▪ Anforderungen an die Betonzusammensetzung für XF2 werden durch einen XD3-Beton miterfüllt;▪ eine XF4-Einstufung bei oberirdischen überdachten Parkflächen kann durch größere Feuchte- und Chlorideintragungen, z. B. bei häufigen Fahrzeugwechseln oder intensiveren Witterungseinflüssen (z. B. Randflächen neben offenen Fassaden bei direkter Bewitterung) begründet sein;▪ Gefälle $\geq 2,5\%$ wird empfohlen;▪ hohe Anforderungen an Aufklärung des Bauherrn.
Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none">▪ Instandhaltungsplan im Sinne der TR-IH [19] und der RL-SIB [18] erforderlich;▪ Konzept für begleitende lokale Rissbehandlung ist im Instandhaltungsplan zu dokumentieren;▪ gesamte Nutzungsdauer (ab Abnahme):<ul style="list-style-type: none">mindestens 1-mal jährlich InspektionRissbehandlung von Biegerissen oben innerhalb von 5 JahrenRissbehandlung von Trennrissen innerhalb eines JahresRissbehandlung von Rissen in Rinnen und in Pfützenbereichen innerhalb eines Jahres.

Detail 2:	Parkdeck Ausführungsvariante B – mit flächigem Oberflächenschutzsystem Variante B1 - Beton vollflächig starr beschichtet: OS 8 mit begleitender Rissbehandlung
Prinzipskizze	
Legende zur Prinzipskizze	<p>a Betonstahl Top12</p> <p>b herkömmlicher Betonstahl B500 ^{a)}</p> <p>1 tragende Stahlbeton- oder Spannbetonplatte</p> <p>2 Trennriss als geplanter Sollriss</p> <p>3 Untergrundvorbereitung und Untergrundbehandlung (systemgebunden nach TR-IH [19] und DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ [R8])</p> <p>4 starres Oberflächenschutzsystem OS 8</p> <p>5 Verkrallungsschlitzte, ggf. Einfräsung und Grundierung für Rissbandage</p> <p>6 rissüberbrückende Bandage als geplante Abdichtung des Sollrisses (kann bei der Herstellung bereits aufgebracht werden) als begleitende Rissbehandlung bei ungeplanten Rissen (wird im Rahmen der Wartung aufgebracht)</p> <p>7 ungeplanter Trennriss oder Biegeriss (oben)</p> <p>8 Sollrisselement</p> <p>^{a)} die untenliegende Biegezugbewehrung kann ggf. in XC3 eingestuft werden (kein Chloridzutritt an die untere Bewehrung), sofern evtl. entstehende ungeplante Trennrisse innerhalb eines Jahres verschlossen werden.</p>
Randbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwurfsgrundsatz EGS c: wenige Risse möglichst an definierten Stellen (z. B. Sollrissfugen); ▪ Expositions- und Feuchtigkeitsklassen: XD1, XC3, (ggf. XF1), WF; eine Abminderung der Expositionsklasse der unteren Bewehrungsebene auf XC3 kann dann angesetzt werden, wenn ein dauerhafter Chloridzutritt unterbunden wird (Rissbehandlung) ▪ Mindestbetondeckung oben: Betonstahl Top12: $c_{min,dur} = 30 \text{ mm}$; ▪ Planung und Ausführung des dauerhaften lokalen Schutzes von Rissen nach TR-IH [19]; siehe auch Hinweis zu Rissbandagen in Detail 1

Detail 2:	Parkdeck Ausführungsvariante B – mit flächigem Oberflächenschutzsystem Variante B1 - Beton vollflächig starr beschichtet: OS 8 mit begleitender Rissbehandlung
Hinweise	<ul style="list-style-type: none">▪ hohe mechanische Widerstandsfähigkeit des OS 8;▪ reduzierte rissbreitenbegrenzende Bewehrung;▪ besondere konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen erforderlich;▪ rissbegleitende Behandlung erforderlich: Einschränkungen im Erscheinungsbild und beim Betrieb (zeitweise Nutzungseinschränkung);▪ reduzierte Expositionsklasse XD1 wegen flächigem Oberflächenschutzsystem;▪ Gefälle $\geq 2,5 \%$ wird zur Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit (Pfützenfreiheit) empfohlen;▪ hohe Anforderungen an Aufklärung des Bauherrn.
Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none">▪ Instandhaltungsplan im Sinne der TR-IH [19] und der RL-SIB [18] erforderlich;▪ Konzept für begleitende lokale Rissbehandlung und ggf. erforderliche Instandsetzung der Rissbandagen ist im Instandhaltungsplan zu dokumentieren;▪ gesamte Nutzungsdauer (ab Abnahme):<ul style="list-style-type: none">mindestens 1-mal jährlich InspektionRissbehandlung von Biegerissen oben innerhalb von 5 JahrenRissbehandlung von Trennrissen innerhalb eines JahresRissbehandlung von Rissen in Rinnen und in Pfützenbereichen innerhalb eines Jahres.

Detail 3: WU-Bodenplatten in Tiefgaragen
 Ausführungsvariante A – ohne flächiges Oberflächenschutzsystem oder Abdichtung
 Variante A2 – Beton direkt beansprucht, lokaler Schutz der Risse

Prinzipskizze



Legende zur Prinzipskizze

- a Betonstahl Top12
 - b herkömmlicher Betonstahl B500 ^{a)}
 - 1 tragende WU-Bodenplatte, direkt befahren
 - 2 Trennriss als geplanter Sollriss
 - 3 Verkrallungsschlitz, ggf. Einfräsung und Grundierung für Rissbandage
 - 4 rissüberbrückende Bandage
 als geplante Abdichtung des Sollrisses (kann bei der Herstellung bereits aufgebracht werden)
 als begleitende Rissbehandlung bei ungeplanten Rissen (wird im Rahmen der Wartung aufgebracht)
 - 5 Sollrisselement mit Fugenabdichtung
 - 6 ungeplanter Trennriss oder Biegeriss (oben)
- ^{a)} die untenliegende Biegezugbewehrung kann ggf. in XC3 eingestuft werden (kein Chloridzutritt an die untere Bewehrung), sofern evtl. entstehende ungeplante Trennrisse zeitnah (vermutlich innerhalb 5 Jahren) verschlossen werden.

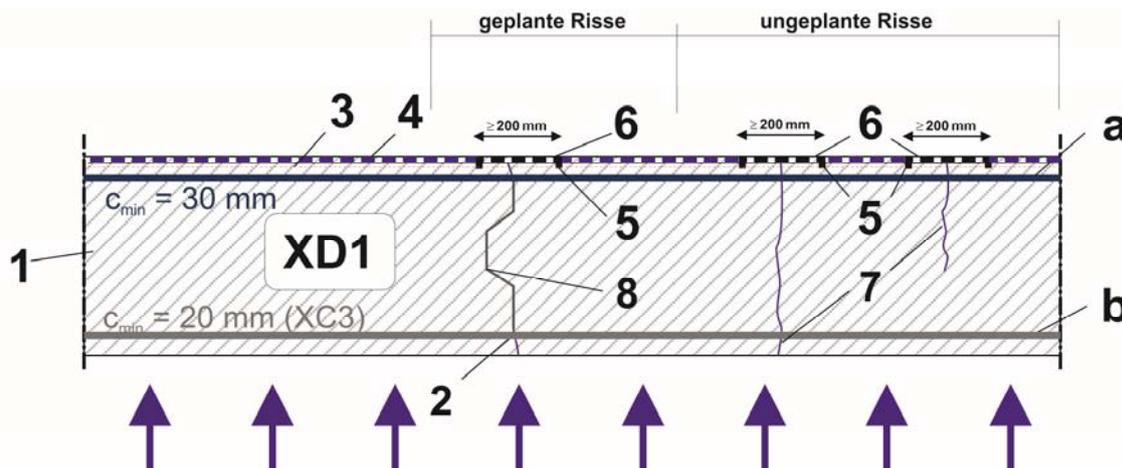
Randbedingungen

- Entwurfsgrundsatz EGS c: wenige Risse möglichst an definierten Stellen (z. B. Sollrissfugen);
- Expositions- und Feuchtigkeitsklassen: XD3, XC4, XF2, WA;
 eine Abminderung der Expositionsklasse der unteren Bewehrungsebene auf XC3 kann dann angesetzt werden, wenn ein dauerhafter Chloridzutritt unterbunden wird (Rissbehandlung)
- Mindestbetondeckung oben: Betonstahl Top12: $C_{min,dur} = 30 \text{ mm}$;
- Planung und Ausführung des dauerhaften lokalen Schutzes von Rissen nach TR-IH [19]; siehe auch Hinweis zu Rissbandagen in Detail 1

Detail 3:	WU-Bodenplatten in Tiefgaragen Ausführungsvariante A – ohne flächiges Oberflächenschutzsystem oder Abdichtung Variante A2 – Beton direkt beansprucht, lokaler Schutz der Risse
Hinweise	<ul style="list-style-type: none">▪ reduzierte rissbreitenbegrenzende Bewehrung;▪ besondere konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen erforderlich;▪ bei wasserführenden Trennrissen : vor Aufbringen der Bandagen Rissverpressung möglichst im erdseitigen Querschnittsbereich▪ abdichtende Fugeneinlagen in Arbeitsfugen und Sollrisselement▪ Aufklärung des Bauherrn über Restrisiko Blasenbildung der Bandage bei längerem oder höherem Wasserdruck im ggf. neu wasserführenden Trennriss▪ ggf. sind auch Rissbandagen mit abP für höhere Wasserdrücke > 2 m oder Beschichtungssysteme mit Prüfung auf rückseitigem Wasserdruck einsetzbar▪ rissbegleitende Behandlung erforderlich: Einschränkungen im Erscheinungsbild und beim Betrieb (zeitweise Nutzungseinschränkung);▪ Anforderungen an die Betonzusammensetzung für XF2 werden durch einen XD3-Beton miterfüllt;▪ Gefälle $\geq 2,5$ % wird empfohlen;▪ hohe Anforderungen an Aufklärung des Bauherrn.
Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none">▪ Instandhaltungsplan im Sinne der TR-IH [19] und der RL-SIB [18] erforderlich;▪ Konzept für begleitende lokale Rissbehandlung und ggf. erforderliche Instandsetzung der Rissbandagen ist im Instandhaltungsplan zu dokumentieren;▪ gesamte Nutzungsdauer (ab Abnahme): mindestens 1-mal jährlich Inspektion Rissbehandlung von Biegerissen oben innerhalb von 5 Jahren Rissbehandlung von Trennrissen in Abhängigkeit der Chloridbelastung – ansonsten auf der sicheren Seite innerhalb eines Jahres Rissbehandlung von Rissen in Rinnen und in Pfützenbereichen innerhalb eines Jahres.

Detail 4: WU-Bodenplatten in Tiefgaragen
 Ausführungsvariante B – mit flächigem Oberflächenschutzsystem
 Variante B1 - Beton vollflächig starr beschichtet: OS 8 mit begleitender Rissbehandlung

Prinzipskizze



Legende zur Prinzipskizze

- a Betonstahl Top12
 - b herkömmlicher Betonstahl B500 ^{a)}
 - 1 tragende WU-Bodenplatte
 - 2 Trennriss als geplanter Sollriss
 - 3 Untergrundvorbereitung und Untergrundbehandlung (systemgebunden nach TR-IH [19] und RL-SIB [18])
 - 4 starres Oberflächenschutzsystem OS 8
 - 5 Verkrallungsschlitz, ggf. Einfräsung und Grundierung für Rissbandage
 - 6 rissüberbrückende Bandage
 als geplanter Abdichtung des Sollrisses (kann bei der Herstellung bereits aufgebracht werden)
 als begleitende Rissbehandlung bei ungeplanten Rissen (wird im Rahmen der Wartung aufgebracht)
 - 7 ungeplanter Trennriss oder Biegeriss (oben)
 - 8 Sollrisselement
- ^{a)} die untenliegende Biegezugbewehrung kann ggf. in XC3 eingestuft werden (kein Chloridzutritt an die untere Bewehrung), sofern evtl. entstehende ungeplante Trennrisse zeitnah (vermutlich innerhalb 5 Jahren) verschlossen werden.

Randbedingungen

- Entwurfsgrundsatz EGS c: wenige Risse möglichst an definierten Stellen (z. B. Sollrissfugen);
- Expositions- und Feuchtigkeitsklassen: XD1, XC3, (ggf. XF1), WF;
 eine Abminderung der Expositionsklasse der unteren Bewehrungsebene auf XC3 kann dann angesetzt werden, wenn ein dauerhafter Chloridzutritt unterbunden wird (Rissbehandlung)
- Mindestbetondeckung oben: Betonstahl Top12: $c_{min,dur} = 30 \text{ mm}$;
- Planung und Ausführung des dauerhaften lokalen Schutzes von Rissen nach TR-IH [19], siehe auch Hinweis zu Rissbandagen in Detail 1

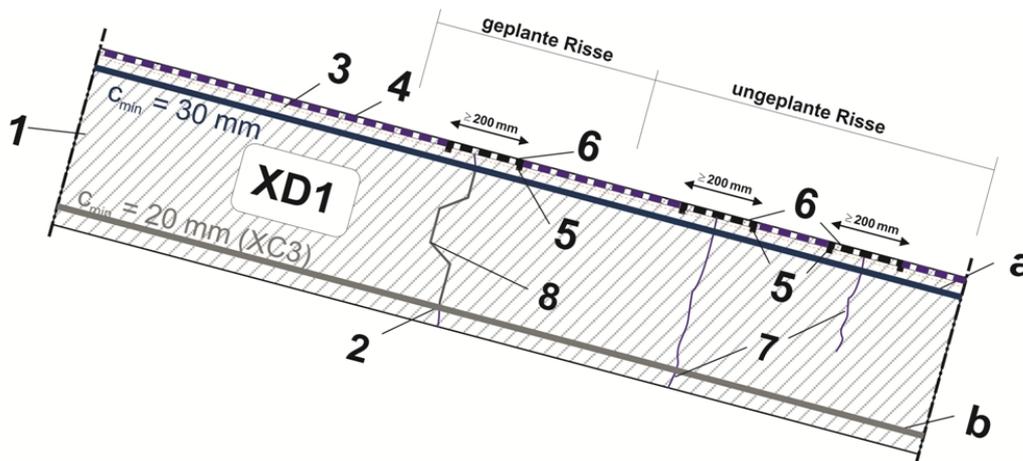
Detail 4:	WU-Bodenplatten in Tiefgaragen Ausführungsvariante B – mit flächigem Oberflächenschutzsystem Variante B1 - Beton vollflächig starr beschichtet: OS 8 mit begleitender Rissbehandlung
Hinweise	<ul style="list-style-type: none">▪ hohe mechanische Widerstandsfähigkeit des OS 8;▪ reduzierte rissbreitenbegrenzende Bewehrung;▪ besondere konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen erforderlich;▪ bei wasserführenden Trennrissen : vor Aufbringen der Bandagen Rissverpressung möglichst im erdseitigen Querschnittsbereich▪ abdichtende Fugeneinlagen in Arbeitsfugen und Sollrisselement▪ Aufklärung des Bauherrn über Restrisiko Blasenbildung der Bandage bei längerem oder höherem Wasserdruck im ggf. neu wasserführenden Trennriss▪ ggf. sind auch Rissbandagen mit abP für höhere Wasserdrücke > 2 m oder Beschichtungssysteme mit Prüfung auf rückseitigem Wasserdruck einsetzbar;▪ reduzierte Expositionsklasse XD1 wegen flächigem Oberflächenschutzsystem;▪ rissbegleitende Behandlung erforderlich: Einschränkungen im Erscheinungsbild und beim Betrieb (zeitweise Nutzungseinschränkung);▪ Gefälle $\geq 2,5$ % wird zur Verbesserung der Gebrauchstauglichkeit (Pfüthenfreiheit) empfohlen.
Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none">▪ Instandhaltungsplan im Sinne der TR-IH [19] und der RL-SIB [18] erforderlich;▪ Konzept für begleitende lokale Rissbehandlung und ggf. erforderliche Instandsetzung der Rissbandagen ist im Instandhaltungsplan zu dokumentieren;▪ gesamte Nutzungsdauer (ab Abnahme): mindestens 1-mal jährlich Inspektion Rissbehandlung von Biegerissen oben innerhalb von 5 Jahren Rissbehandlung von Trennrissen in Abhängigkeit der Chloridbelastung – ansonsten auf der sicheren Seite innerhalb eines Jahres Rissbehandlung von Rissen in Rinnen und in Pfüthenbereichen innerhalb eines Jahres.

Detail 5: Rampen Ausführungsvariante A – ohne flächiges Oberflächenschutzsystem oder Abdichtung Variante A2 – Beton direkt beansprucht, lokaler Schutz der Risse
Prinzipskizze
Legende zur Prinzipskizze a Betonstahl Top12 b herkömmlicher Betonstahl B500 ^{a)} 1 tragende Stahlbeton- oder Spannbetonrampe, direkt befahren 2 Trennriss als geplanter Sollriss 3 Verkrallungsschlitz, ggf. Einfräsung und Grundierung für Rissbandage 4 rissüberbrückende Bandage als geplante Abdichtung des Sollrisses (kann bei der Herstellung bereits aufgebracht werden) als begleitende Rissbehandlung bei ungeplanten Rissen (wird im Rahmen der Wartung aufgebracht) 5 Sollrisselement 6 ungeplanter Trennriss oder Biegeriss (oben) ^{a)} die untenliegende Biegezugbewehrung kann ggf. in XC3 eingestuft werden (kein Chloridzutritt an die untere Bewehrung), sofern evtl. entstehende ungeplante Trennrisse innerhalb eines Jahres verschlossen werden.
Randbedingungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ insbesondere bei frei bewitterten Rampen sollten Konstruktionen gewählt werden, die eine geringe Verformungsbehinderung gewährleisten; ▪ Entwurfsgrundsatz EGS c: wenige Risse möglichst an definierten Stellen (z. B. Sollrissfugen); ▪ Expositions- und Feuchtigkeitsklassen: XD3, XC4, XF2 (XF4 in frei bewitterten Bereichen), ggf. XM1, WA; eine Abminderung der Expositionsklasse der unteren Bewehrungsebene auf XC3 kann dann angesetzt werden, wenn ein dauerhafter Chloridzutritt unterbunden wird (Rissbehandlung) ▪ Mindestbetondeckung oben: Betonstahl Top12: $C_{min,dur} = 30 \text{ mm}$; ▪ Planung und Ausführung des dauerhaften lokalen Schutzes von Rissen nach TR-IH [19] ▪ Die Rissüberbrückungsfähigkeit der Rissbandage ist auf die zu erwartende Rissbreite am Sollriss bzw. auf die zu erwartende Rissbreitenänderung der Biege- und Trennrisse auszulegen.

Detail 5:	Rampen Ausführungsvariante A – ohne flächiges Oberflächenschutzsystem oder Abdichtung Variante A2 – Beton direkt beansprucht, lokaler Schutz der Risse
Hinweise	<ul style="list-style-type: none">▪ Rampen, die monolithisch mit den Außenwänden verbunden sind, sind meist stark verformungsbehindert. Dies kann insbesondere bei den bei freibewitterten Rampen zu erwartenden Temperaturänderungen zu Zwangsspannungen und zu einer ausgeprägten Rissbildung führen. Aus diesem Grund sollten zwängungsarme Konstruktionen gewählt werden. Bei monolithischer Bauweise wird die Ausführungsvariante nur für Innenrampen empfohlen (überdacht und witterungsgeschützt);▪ reduzierte rissbreitenbegrenzende Bewehrung;▪ besondere konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen erforderlich;▪ rissbegleitende Behandlung erforderlich: Einschränkungen im Erscheinungsbild und beim Betrieb (zeitweise Nutzungseinschränkung);▪ Anforderungen an die Betonzusammensetzung für XF2 werden durch einen XD3-Beton miterfüllt;▪ eine XF4-Einstufung bei oberirdischen überdachten Parkflächen kann durch größere Feuchte- und Chlorideintragungen, z. B. bei häufigen Fahrzeugwechseln oder intensiveren Witterungseinflüssen (z. B. Randflächen neben offenen Fassaden bei direkter Bewitterung) begründet sein;▪ hohe Anforderungen an Aufklärung des Bauherrn;▪ Griffigkeit der Rampenoberfläche (empfohlen: Rutschhemmungsklasse R 11 und Verdrängungsraum V 4 allgemein bzw. V 6 bei stark geneigten Rampen).▪ Nach Empfehlung des DBV-Merkblattes ist auf unbeschichteten, stark mechanisch beanspruchten Fahrbereichen wie z.B. Rampen eine Einstufung in XM1 zweckmäßig.
Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none">▪ Instandhaltungsplan im Sinne der TR-IH [19] und der RL-SIB [18] erforderlich;▪ Konzept für begleitende lokale Rissbehandlung ist im Instandhaltungsplan zu dokumentieren;▪ gesamte Nutzungsdauer (ab Abnahme): mindestens 1-mal jährlich Inspektion und Wartung inkl. Rissbehandlung.

Detail 6: Rampen
 Ausführungsvariante B – mit flächigem Oberflächenschutzsystem
 Variante B1 - Beton vollflächig starr beschichtet: OS 8 mit begleitender Rissbehandlung

Prinzipskizze



Legende zur Prinzipskizze

- a Betonstahl Top12
 - b herkömmlicher Betonstahl B500 ^{a)}
 - 1 tragende Stahlbeton- oder Spannbetonplatte
 - 2 Trennriss als geplanter Sollriss
 - 3 Untergrundvorbereitung und Untergrundbehandlung (systemgebunden nach TR-IH [19] und DAfStb-Richtlinie „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ [R8])
 - 4 starres Oberflächenschutzsystem OS 8
 - 5 Verkrallungsschlitz, ggf. Einfräsung und Grundierung für Rissbandage
 - 6 rissüberbrückende Bandage
 als geplante Abdichtung des Sollrisses (kann bei der Herstellung bereits aufgebracht werden)
 als begleitende Rissbehandlung bei ungeplanten Rissen (wird im Rahmen der Wartung aufgebracht)
 - 7 ungeplanter Trennriss oder Biegeriss (oben)
 - 8 Sollrisselement
- ^{a)} die unterliegende Biegezugbewehrung kann ggf. in XC3 eingestuft werden (kein Chloridzutritt an die untere Bewehrung), sofern evtl. entstehende ungeplante Trennrisse innerhalb eines Jahres verschlossen werden.

Randbedingungen

- insbesondere bei frei bewitterten Rampen sollten Konstruktionen gewählt werden, die eine geringe Verformungsbehinderung gewährleisten;
- Entwurfsgrundsatz EGS c: wenige Risse möglichst an definierten Stellen (z. B. Sollrissfugen);
- Expositions- und Feuchtigkeitsklassen: XD1, XC3, (ggf. XF1), WF;
 eine Abminderung der Expositionsklasse der unteren Bewehrungsebene auf XC3 kann dann angesetzt werden, wenn ein dauerhafter Chloridzutritt unterbunden wird (Rissbehandlung)
- Mindestbetondeckung oben: Betonstahl Top12: $c_{min,dur} = 30 \text{ mm}$;

Detail 6:	Rampen Ausführungsvariante B – mit flächigem Oberflächenschutzsystem Variante B1 - Beton vollflächig starr beschichtet: OS 8 mit begleitender Rissbehandlung
	<ul style="list-style-type: none">Planung und Ausführung des dauerhaften lokalen Schutzes von Rissen nach TR-IH [19]; siehe auch Hinweis zu Rissbandagen in Detail 1
Hinweise	<ul style="list-style-type: none">Rampen, die monolithisch mit den Außenwänden verbunden sind, sind meist stark verformungsbehindert. Dies kann insbesondere bei den bei freibewitterten Rampen zu erwartenden Temperaturänderungen zu Zwangsspannungen und zu einer ausgeprägten Rissbildung führen. Aus diesem Grund sollten zwängungsarme Konstruktionen gewählt werden. Bei monolithischer Bauweise wird die Ausführungsvariante nur für Innenrampen empfohlen (überdacht und witterungsgeschützt);hohe mechanische Widerstandsfähigkeit des OS 8;reduzierte rissbreitenbegrenzende Bewehrung;besondere konstruktive, betontechnische und ausführungstechnische Maßnahmen erforderlich;rissbegleitende Behandlung erforderlich: Einschränkungen im Erscheinungsbild und beim Betrieb (zeitweise Nutzungseinschränkung);reduzierte Expositionsklasse XD1 wegen flächigem Oberflächenschutzsystem;hohe Anforderungen an Aufklärung des Bauherrn;Griffigkeit der Rampenoberfläche (empfohlen: Rutschhemmungsklasse R 11 und Verdrängungsraum V 4 allgemein bzw. V 6 bei stark geneigten Rampen).
Instandhaltung	<ul style="list-style-type: none">Instandhaltungsplan im Sinne der TR-IH [19] und der RL-SIB [18] erforderlich;Konzept für begleitende lokale Rissbehandlung und ggf. erforderliche Instandsetzung der Rissbandagen ist im Instandhaltungsplan zu dokumentieren;gesamte Nutzungsdauer (ab Abnahme): mindestens 1-mal jährlich Inspektion und Wartung inkl. Rissbehandlung.

5 ZULASSUNGEN / LITERATUR

Zulassungen:

- [1] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Nichtrostender, warmgewalzter, gerippter Betonstahl B500B NR, Werkstoff-Nr. 1.4003, Nenndurchmesser 8 bis 14 mm, Zulassungsbescheid Z-1.4-266 vom 30. Januar 2020, Deutsches Institut für Bautechnik.
- [2] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung: Nichtrostender, warmgewalzter Betonstabstahl B670B NR, Werkstoff-Nr. 1.4003, Nenndurchmesser 16 bis 28 mm, Zulassungsbescheid Z-1.4-272 vom 27. Januar 2020, Deutsches Institut für Bautechnik.

Untersuchungen:

- [3] G. Ebell, A. Burkert: Elektrochemische Untersuchungen zum kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt in Mörteln. Gutachten des Fachbereichs 7.6 „Korrosion und Korrosionsschutz“ der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM). Aktenzeichen: 16017800, 20.02.2019.
- [4] Schiegg Y., Hunkeler F; Voûte, C.: Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen. Forschungsbericht zum Forschungsauftrag AGB 2005/010,2012; Schweizerische Eidgenossenschaft, November 2012.
- [5] Schiegg Y.; Hunkeler F.; Keller D., Ungricht H.: Maßnahmen zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit – Fortsetzung des Feldversuchs Naxberg, ASTRA Forschungsprojekt AGB 2005/01, 2017.
- [6] Dauberschmidt, C.; Fraundorfer, A.: Untersuchungen zum kritischen korrosionsauslösenden Chloridgehalt von Top12- Bewehrungsstäben im Trennrissbereich von Stahlbeton. Abschlussbericht der Hochschule München vom 07.06.2021

Gutachten:

- [7] A. Schießl-Pecka, A. Rausch: Lebenszykluskosten für Parkbauten. Gutachterliche Stellungnahme 18-369/1.1.2 vom 24.10.2019, Ingenieurbüro Schießl Gehlen Sodeikat, München.
- [8] A. Schießl-Pecka, A. Rausch: Gutachterliche Stellungnahme 18-328/1.1.1: Ergänzung der AbZ für Top12-Stahl, Reduzierung der Betondeckung bei XD/XS-Expositionen. Ingenieurbüro Schießl Gehlen Sodeikat, München, vom 02.04.2019.
- [9] matrices engineering GmbH: Einfluss von Abweichungen beim E-Modul von Betonstahl auf die Bemessung von Stahlbetonbauteilen im GZT und GZG nach EC2. Bericht ru-201988663, Index 2 vom 17.07.2019.

Literatur:

- [10] DBV Merkblatt „Parkhäuser und Tiefgaragen“, 3. Überarbeitete Ausgabe, Berlin, 2018.
- [11] DBV-Heft 42 „Ausführungsvarianten für dauerhafte Bauteile in Parkbauten - Beispielsammlung“, Fassung Januar 2019, Berlin, S.81.
- [12] DIN EN 1992-1-1:2011-01: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
- [13] DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
- [14] DAFStb-Heft 600 - Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2); 2020-11
- [15] Dauberschmidt, C.: Zustandserfassung von Parkbauten in Betonbauweise – worauf kommt es an? DBV-Arbeitstagung „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“ München, 3. Dezember 2014
- [16] DAFStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“, Ausgabe 2017-12
- [17] BAW-Merkblatt: Dauerhaftigkeitsbemessung und -bewertung von Stahlbetonbauwerken bei Carbonatisierung und Chlorideinwirkung (MDCC) Ausgabe 2019
- [18] Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen: Instandsetzungsrichtlinie, Deutscher Ausschuss für Stahlbetonbau im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin 2001.
- [19] Technische Regel Instandhaltung von Betonbauwerken, Deutsche Institut für Bautechnik, 2020
- [20] C. Dauberschmidt, F. Becker, A. Fraundorfer: Oberflächenschutzsysteme der neuen Generation - was können sie leisten? DBV-Arbeitstagung: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen - Aktuelle Regelwerke und Hinweise zum Stand der Technik 04. April 2019, Hochschule München.
- [21] DAFStb Positionspapier 2015: Positionspapier des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton zum aktuellen Stand der Technik – Kritischer korrosionsauslösender Chloridgehalt. In Beton- und Stahlbetonbau 110 (2015), Heft 11, S.784-786.
- [22] Gehlen, C., Schießl, P. and Schießl-Pecka, A. (2008), Hintergrundinformationen zum Positionspapier des DAFStb zur Umsetzung des Konzepts von leistungsbezogenen Entwurfsverfahren unter Berücksichtigung von DIN EN 206-1, Anhang J, für dauerhaftigkeitsrelevante Problemstellungen. Beton- und Stahlbetonbau, 103: 840-851. doi:10.1002/best.200808230.

- [23] v. Greve-Dierfeld, S., Bisschop, J. and Schiegg, Y. (2017), Nichtrostende Bewehrungsstähle zur Verlängerung der korrosionsfreien Lebensdauer von Stahlbetonbauwerken. Beton- und Stahlbetonbau, 112: 601-610. doi:10.1002/best.201700038.
- [24] Bisschop, J.; Schiegg, Y.; Linden, C.: Effect of rebar and cement type on the critical chloride content of reinforced concrete. Proceedings of EUROCORR, Montpellier (F), September 2016.
- [25] Ebell, G., Burkert, A., Günther, T. and Wilsch, G. (2020), Untersuchungen zum korrosionsauslösenden Chloridgehalt an nicht rostendem ferritischem Betonstahl in Mörtel. Bautechnik, 97: 21-31. doi:10.1002/bate.201900077.

Prof. Dr.-Ing. C. Dauberschmidt



Dipl.-Ing. S. Vestner