

## Dauerhaftigkeit unterirdischer Regenüberlaufbecken

### 1 Einführung

Unterirdische Regenüberlaufbecken gehören zum Siedlungs-entwässerungssystem und fangen überschüssige Wassermassen bei Starkregen-Ereignissen auf. Die Zwischenspeicherung des Wassers im Becken dient zur Entlastung des Kanalnetzes und der Kläranlagen, Vermeidung von grossen Kanalquerschnitten, Trennung von Regenwasser und Abwasser sowie der Reduzierung von Schmutz- und Gefahrstoffen im Gewässer. Im Kanton Aargau gibt es 442 Regenüberlaufbecken (sonderbauwerke.ag.ch). Schweizweit gibt es vermutlich 1000-de solcher Becken. Sie werden für Nutzungsdauern von 50 und mehr Jahren gebaut und bedürfen deshalb regelmässiger Zustandsuntersuchungen. Regenüberlaufbecken bestehen aus einer oder mehreren Kammern sowie Abwasserkanälen.

### 2 Expositionsbedingungen

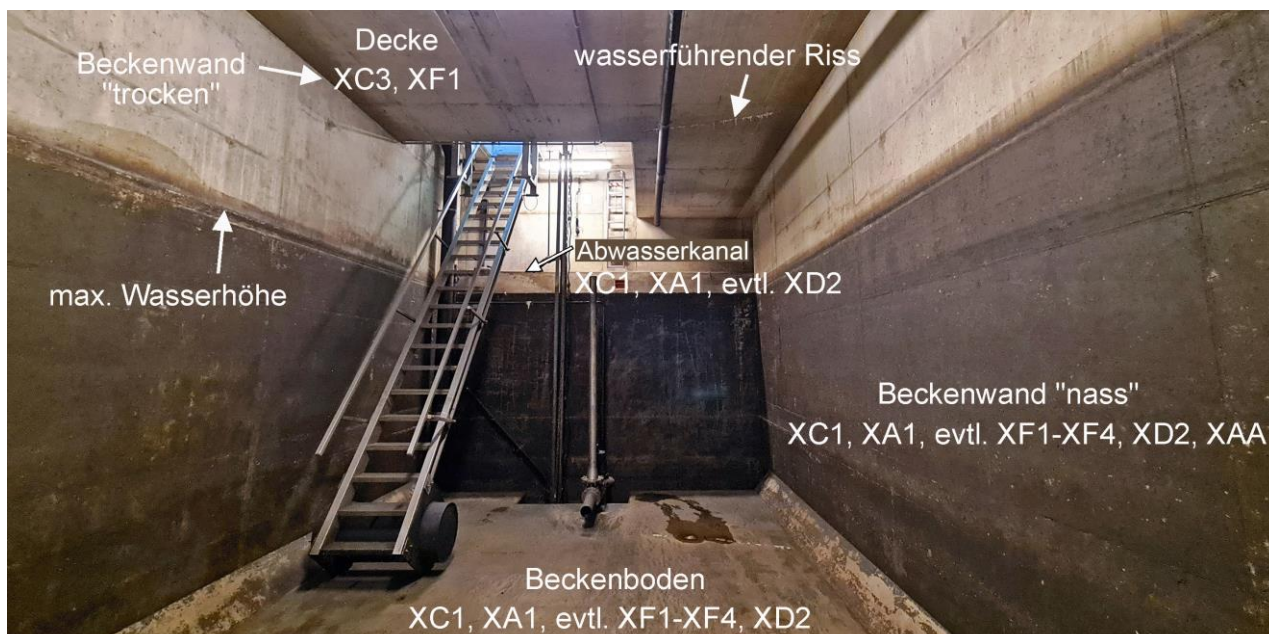
In unterirdischen Regenüberlaufbecken existieren unterschiedliche Expositionsbedingungen, je nach Bauteil (Abb. 1). Am stärksten werden Abwasserkanäle durch das Abwasser beansprucht. Es findet eine mechanische Verschleissbeanspruchung durch im Wassere enthaltene Feststoffe sowie ein chemischer Angriff durch Auslaugung sowie möglicherweise betonangreifende Wasserinhaltsstoffe statt.

Für die Dauerhaftigkeit der Beckenwände ist die andauernde oder zyklische Wasserbenetzung massgebend. Regenüberlaufbecken füllen sich nach Starkregen-Ereignissen mit einer Mischung aus Abwasser und Niederschlagswasser. Das Abwasser kann Verunreinigungen und Schadstoffen von Haushalten, Gewerbe, Landwirtschaft und Strassen enthalten. Das verdünnte «Mischwasser» ist im Regelfall nicht betonaggressiv. Allerdings wird Beton bei Wasserkontakt mehr oder weniger ausgelaugt. Das heisst, bestimmte Bestandteile im Beton wer-

den herausgelöst, was zu einer Porositätszunahme, Absanden der Betonoberfläche und einer Absenkung des pH-Werts führt. Deshalb ist es wichtig, die notwendige Bewehrungsüberdeckung als auch eine gute Betonqualität zu gewährleisten. Die Auslaugungsrate hängt von vielen Faktoren ab und ist deshalb nicht einfach zu prognostizieren. Sie kann jedoch aufgrund mikroskopischer Betonuntersuchungen meist ausreichend genau abgeschätzt werden.

Regenwasser von Strassen mit Tausalzen kann im Winter Chloride aufweisen. Messungen aus Deutschland zeigen, dass Strassenabwasser im Sommer einen Chloridgehalt zwischen 0.01-0.1 g/l und in Winter 5-50 g/l haben kann, je nach Lage des Bauwerks [1]. Die Chloridbelastung in Wasserbecken ist deshalb kaum zu prognostizieren. Besser ist es, den Chloridgehalt im Beton zu messen.

Zum Wasser- und Umweltschutz sind Regenüberlaufbecken in der Regel mit einem Leichtflüssigkeitsabscheider für das Auffangen organischer Stoffe ausgestattet, z.B. nach einem Unfall oder einer Havarie. Da zumeist eine Verdünnung stattfindet und die Beanspruchung kurzfristig ist, ist der Betonangriff oft nur gering. Ablagerungen von organischen Stoffen (Abb. 2) können auch zu Betonerosion der Beckenwände führen [2, 3]. Die Decken und Wandteile über dem Wasserspiegel sind hoher Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub> ausgesetzt. Wegen der erhöhten Betonfeuchtigkeit schreitet die Karbonatisierung jedoch nur langsam voran. Weitere Beanspruchungen der Wände und Decken können von der Aussenseite des Bauteils kommen. Wenn das Becken unter einem Parkplatz oder einer Strasse liegt, ist mit einem Chlorideintrag zu rechnen. Wichtig sind hier die entsprechenden Abdichtungen und Vermeidung wasserführender Trennrisse. Kalkablagerungen bei Rissen in Wänden (Abb. 2) zeigen eine frühere oder noch bestehende ungenügende Abdichtung an. Das anstehende Wasser kann im Beton auch eine Alkali-Aggregat-Reaktion (AAR) auslösen, sofern der Beton nicht AAR-beständig ist.



**Abb. 1:** Beispiel eines (beschichteten) Regenüberlaufbeckens unter einem Parkplatz. Die für unbeschichtete Bauteile bestehenden Expositions-klassen sind angegeben. In der Regel sind die Aussenseiten von Beckenwänden erdberührt.



**Abb. 2:** (a) Beschichtete Beckenwand eines Regenüberlaufbeckens mit Ablagerungen und Kalkausblühungen bei Rissen. (b) Mikroskopische Aufnahme einer unbeschichteten, ausgelaugten Regenüberlaufbeckenwand: Absanden der Betonoberfläche und Bildung einer inneren Kalkschicht (rote Pfeile) im Randbeton.

Das Risiko eines Frostangriffs der inneren Betonoberflächen wird durch die Temperatur im Beckenraum bestimmt. Die meisten Becken sind wahrscheinlich kaum starker Frosteinwirkung ausgesetzt. Tausalze von Strassenabwasser können sich im Beckenwasser befinden. Daraus ergeben sich die Expositions-klassen XD2, XF1 bis XF4.

Eine Beschichtung (Abb. 1 und 2) gibt einen Schutz des Betons, solange diese unbeschädigt bleibt. Wird ein neues Becken beschichtet, könnten die Anforderungen an die Betonqualität eventuell reduziert werden. Da eine Beschichtung, trotz Unterhalt und periodischer Erneuerung, in vielen Fällen keinen ausreichenden Schutz gewährleistet, sollte auf eine Abschwächung der Anforderungen an die Betonqualität verzichtet werden. Eine Erhöhung der Bewehrungsüberdeckung kann die Nutzungsdauer der Bauteile ebenfalls erhöhen, wird aus Nachhaltigkeitsüberlegungen aber nicht angestrebt. Wegen des niedrigen Frostrisikos ist der Einsatz eines Luftporenbildners beim Neubau nicht zu empfehlen, da ein hoher Mikroluftporengehalt die Oberflächenfestigkeit vermindert, und zu einem geringeren Widerstand bei mechanischem und chemischem Angriff führt. Das Risiko für AAR ist durch einen AAR-beständigen Beton nach SIA 2042 zu vermeiden.

### 3 Untersuchungsmethodik

Die Zustandserfassung der Beckenräume erfolgt über eine regelmässige visuelle Kontrolle (z.B. alle 5 oder 10 Jahre), oder wenn Unfälle, Havarien etc. auftraten, die eventuell Schäden an der Betonstruktur verursachten. Weitere Gründe für eine Überprüfung sind z.B. Umbauten oder bevorstehende Instandsetzungsmassnahmen. Bei beschichteten Bauteilen wird zuerst der Zustand der Beschichtung kontrolliert. Die Untersuchungen fokussieren auf den Zustand der Beschichtung im Allgemeinen und im Besonderen auf Stellen mit fehlender oder beschädigter Beschichtung (z.B. bei Rissen, Abplatzungen, Blasenbildung). In unbeschichteten Becken wird eine visuelle Inspektion der Betonoberfläche durchgeführt, welche eine Aufnahme der Risse und Bereiche mit Absanden, Abplatzungen,

(Kalk-)Ausblühungen, Rostflecken etc. beinhaltet. Auslaugung hat eine verminderte Oberflächenfestigkeit zur Folge und kann eventuell mit Prellhammermessungen identifiziert werden. An Stellen mit reduzierter Prellhärte und/oder in abgesandeten Bereichen können anschliessend Bohrkern für Druckfestigkeitsprüfungen und/oder mikroskopische Untersuchungen entnommen werden, um daran die Auslaugungstiefe und Art des (chemischen) Angriffs zu bestimmen.

Um das (zukünftige) Risiko von Bewehrungskorrosion infolge von Auslaugung, Karbonatisierung, oder Chlorideintritt zu bestimmen, ist die Bewehrungsüberdeckung an allen Bauteilen grossflächig zu messen. Mittels Potenzialmessungen und Sondagen kann der Korrosionszustand bzw. die Korrosionsgefährdung der Bewehrung ermittelt werden. Ob die Beckenwände aussen von AAR oder anderen Einwirkungen betroffen sind, kann anhand einer (mikroskopischen) Untersuchung an einem hinteren Bohrkernabschnitt geprüft werden.

### 4 Beurteilung und Massnahmen

In der Zustandsuntersuchung werden der allgemeine Zustand bestimmt und Schwach- und Schadstellen lokalisiert. Allfällige Instandsetzungsmassnahmen hängen von der Angriffstiefe in Bezug zur Bewehrungsüberdeckung, der Grösse der Schadstellen sowie der Restnutzungsdauer ab. Bei gleichbleibender Beanspruchung können Lebensdauerprognosen für Wände durchgeführt werden.

#### Literatur

- [1] Alonso Junghanns, M.T., Breitenbücher, R., Günther, M., Haist, M., Haus, J. (2023). Becken aus Beton in Entwässerungsanlagen nach ZTV-ING. Beton- und Stahlbetonbau 118(H3), 2023, 192-200;
- [2] Bisschop, J., Chemischer Angriff auf Beton. TFB-Bulletin Nr. 2 Sep. 2019;
- [3] CEMSUISSE-Merkblatt 'Betonerosion in Biologiebecken von Abwasserreinigungsanlagen, Juni 2010

Dr. Jan Bisschop