

Kanalsanierungen und Ableitung von Regenwasser: neues Konzept der Stadt Zürich

Autor(en): **Wiesmann, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **106 (1988)**

Heft 29

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85768>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Kanalsanierungen und Ableitung von Regenwasser

Neues Konzept der Stadt Zürich

Forderungen des Gewässerschutzes

Bis in die siebziger Jahre suchte man bei der Abwasserentsorgung die Verbesserung des Gewässerzustandes prak-

VON JÜRIG WIESMANN,
ZÜRICH

tisch nur durch die Abwasserreinigung in kommunalen und regionalen Kläranlagen zu erreichen. Heute sind sich die Fachleute einig, dass zusätzlich Massnahmen sowohl am Abwasseranfallort wie auch im Kanalnetz getroffen werden müssen. In der Stadt Zürich bot das Erweiterungsprojekt für die Kläranlage Werdhölzli aus dem Jahre 1978 Anstoss zum vertieften Studium über einen weitergehenden Gewässerschutz.

Die Schmutzfrachtreduktion, die mit der erweiterten Anlage erreicht werden kann, ist zwar sehr gross. Doch nicht alle Stoffe eignen sich für die Behandlung in einer Kläranlage. Einige davon lassen sich gar nicht abbauen, andere stören die biologischen Prozesse der Anlage oder verhindern eine Verwertung des Klärschlammes. Zudem können solche Stoffe bei Regenwetter über Hochwasserentlastungen auch in die Gewässer gelangen. Sie sind deshalb bereits an der Quelle zurückzuhalten, was zunehmend *Ursachenbekämpfung* statt *Symptombekämpfung* erfordert.

Doch auch beim Kanalnetz selbst ist der Hebel anzusetzen. Das Ergebnis einer Frachtbilanz der Abwasserinhaltsstoffe [1] zeigt nämlich, dass nach der Inbetriebnahme der erweiterten Kläranlage Werdhölzli auch die übrigen Schmutzstoffe, die bei Regenwetter über Entlastungen aus dem Kanalnetz in die Vorfluter gelangen, nun mehr quantitativ ins Gewicht fallen (Bild 1). Nicht zu vergessen sind ausserdem die verstärkten Forderungen der Bevölkerung zur Verbesserung des Gewässerzustandes aus *ästhetischer Sicht*. Dieser Punkt hat besonders in Zürich ein grosses Gewicht, besitzen doch die meisten Stadtzürcher Gewässer einen hohen Erholungswert. Überlegungen zur Verbesserung des Gewässerzustandes sind aber nicht vollständig, wenn man sich

nur auf den Zustand der Oberflächen-gewässer beschränkt. Ebenso wichtig sind auch *Massnahmen zum Schutze des Grundwassers*. Die oben angegebenen Gründe und die Absicht, den veralterten Generalentwässerungsplan, das sogenannte *generelle Kanalisationsprojekt* (GKP), zu überarbeiten, machten es schon vor einiger Zeit ratsam, Randbedingungen und einen Vorgehensplan für die notwendigen Kanalnetzsanierungen festzulegen. Ein vor rund 8 Jahren diesbezüglich erarbeitetes Konzept [2] hat sich zwar in den Grundzügen bewährt, musste aber 1987 überarbeitet und ergänzt werden.

Neue Bedeutung der Regenwasserableitung

Noch vor wenigen Jahren sah man die möglichst *rasche* und *vollkommene Ableitung* des Schmutz- und Meteorwassers aus dem Bereich der menschlichen Siedlungen als eine der wichtigsten Aufgaben beim Lösen des Entwässerungsproblems. Ziel war es, die Bevölkerung vor allem vor hygienischen Missständen und Überschwemmungen zu schützen.

Dies führte dazu, dass auch unverschmutztes Wasser unnötigerweise auf schnellstem Wege der Kanalisation zugeführt wurde, statt dass man Möglichkeiten suchte, wie unbelastetes Wasser in einen möglichst langsamen, natürlichen Kreislauf zurückgeführt werden kann.

Mit der rasanten Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsflächen (Bild 2) zeigten sich die negativen Folgen der gewählten Meteorwasserentsorgung immer deutlicher:

- Die *Versiegelung der Oberfläche* führt zu immer rascherem Abfließen des Meteorwassers und damit zu hohen Abflussspitzen in Kanalisation und kleinen Gewässern
- Die fehlende Speicherkapazität im Mischwassersystem während Regenereignissen hat ein vermehrtes Einleiten von *unbehandeltem Abwasser in die Oberflächen-gewässer* zur Folge
- Die *Infiltration* von Regenwasser ins Grundwasser wird verringert.

Bei der Erarbeitung eines Kanalsanierungskonzeptes war es deshalb notwendig, die Ableitung des Regenwassers neu zu überprüfen und die entsprechenden Ergebnisse ins Konzept einzubauen.

Die Entwässerung heute

Schon vor der Jahrhundertwende, aber auch im weiteren Verlaufe der Entwicklung der Stadt Zürich, baute man vorwiegend im *Mischsystem*, d.h. Schmutz- und Regenwasser fliessen in einem gemeinsamen Kanal ab. Dieses System wurde gewählt, weil damals die Dorfbäche auch das aus den Häusern stammende Schmutzwasser aufzunehmen hatten und später eingedolt wurden. Auch das Zusammenwachsen der verschiedenen Gemeinden, die damals ihre eigenen, nach dem Mischsystem aufgebauten Kanalnetze besaßen, führte zwangsläufig nach der Eingemeindung zum heute vorliegenden Entwässerungssystem. In jenen Gebieten der Stadt, wo das Schmutzwasser gepumpt werden muss, das Oberflächenwasser aber noch in freiem Gefälle zur Vorflut abfliessen kann, wurde das *Trennsystem* gewählt (Schmutz- und Regenwasser in getrennten Kanälen). Dies betrifft namentlich Gebiete entlang dem Seeufer. Neuere Bauzonen an der Peripherie der Stadt und grössere Industriegebiete werden ebenfalls im Trennsystem entsorgt, um das unterhalb liegende Kanalnetz vor hohen zusätzlichen Regenwasserspitzen zu schützen. Das Trennsystem macht in Zürich jedoch lediglich etwa 20% aus.

Zur Ableitung von Reinwasser (Bach-, Sicker-, Brunnen- und Kühlwasser) befindet sich ein getrenntes *Reinwasser-netz* im Aufbau.

Das städtische Kanalnetz (Bild 3) besitzt vorwiegend ein verästeltes Kanalsystem. Rund drei Viertel des gesamten Einzugsgebietes weisen Hanglage auf. Die Kanäle haben daher im allgemeinen *gutes Gefälle*, aber in der Regel nur wenig nutzbaren Speicherraum. In der Sohle des Limmattaes und entlang dem Seeufer hingegen besitzen die Kanäle kleinere Gefälle (<2‰). Besonders bei Kanälen in Stadtgebieten, die schon vor mehr als achtzig Jahren abwassertechnisch erschlossen waren, ist eine sehr grosse Zahl an *Altersschäden* festzustellen. Da das Kanalnetz zu grossen Teilen über einem stark genutzten Grundwasserträger liegt, darf dieser Zustand nicht geduldet werden. Im

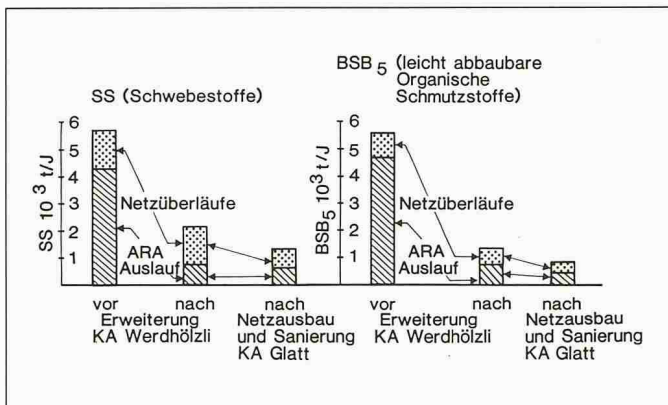


Bild 1. Die eingeleiteten Schmutzstoffe in die Stadtzürcher Oberflächengewässer

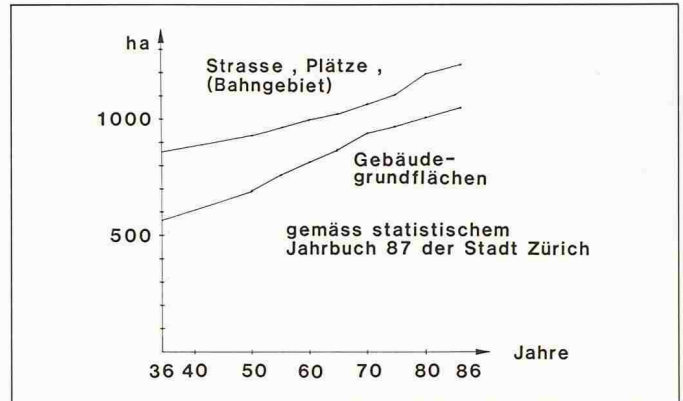


Bild 2. Zunahme der Versiegelung in der Stadt Zürich

Hinblick auf einen ausreichenden Schutz aller Stadtzürcher Oberflächengewässer, die als Vorfluter dienen, ist auch die *Schluckfähigkeit* des Kanalnetzes zu vergrössern.

Das Kanalnetz von Zürich ist rund 800 km lang, besitzt 135 Hochwasserentlastungen, 25 Regenbecken und 55 Pumpstationen.

Angestrebtes Entwässerungssystem

Grundsätzlich soll in Zürich mit den bereits angeführten Ausnahmen am *Mischsystem* festgehalten werden.

Das bestehende Mischsystem ist aber noch verbesserungsfähig. Im Stadtzürcher Konzept sind diesbezüglich folgende Massnahmen vorgesehen:

- Die *Überlauffrachten und -häufigkeiten* sind so weit zu verringern, dass keine unzulässigen Belastungen und Verschmutzungen der Gewässer auftreten und dass die Ufer nicht mit Papierfetzen, Lumpen und anderen Materialien den Unmut der Bevölkerung wecken.

- Der *Fremdwasseranteil* (unverschmutztes Meteorwasser) beim Trockenwetterzufluss zur Kläranlage ist entscheidend zu *verringern*. Im Stadtzürcher Kanalnetz wird heute im Jahresmittel noch fast ebensoviel Fremdwasser wie eigentliches Schmutzwasser abgeleitet. Das Fremdwasser ergibt sich vor allem aus Drainage- und Bachwasser sowie aus dem durch undichte Stellen in die Kanäle eindringenden Grundwasser. Diese Grundwassermenge kann durch eine verbesserte Instandhaltung vermindert werden. Für Drainage- und Bachwasser ist das *Reinwassernetz*, welches heute etwa eine Länge von 20 km aufweist, auszubauen. Geplant sind weitere 10 km Leitungen und 40 km offene Gerinne. Letztere sollen wo immer möglich als weitgehend natürlich gestaltete *Bäche* zur Bereiche-

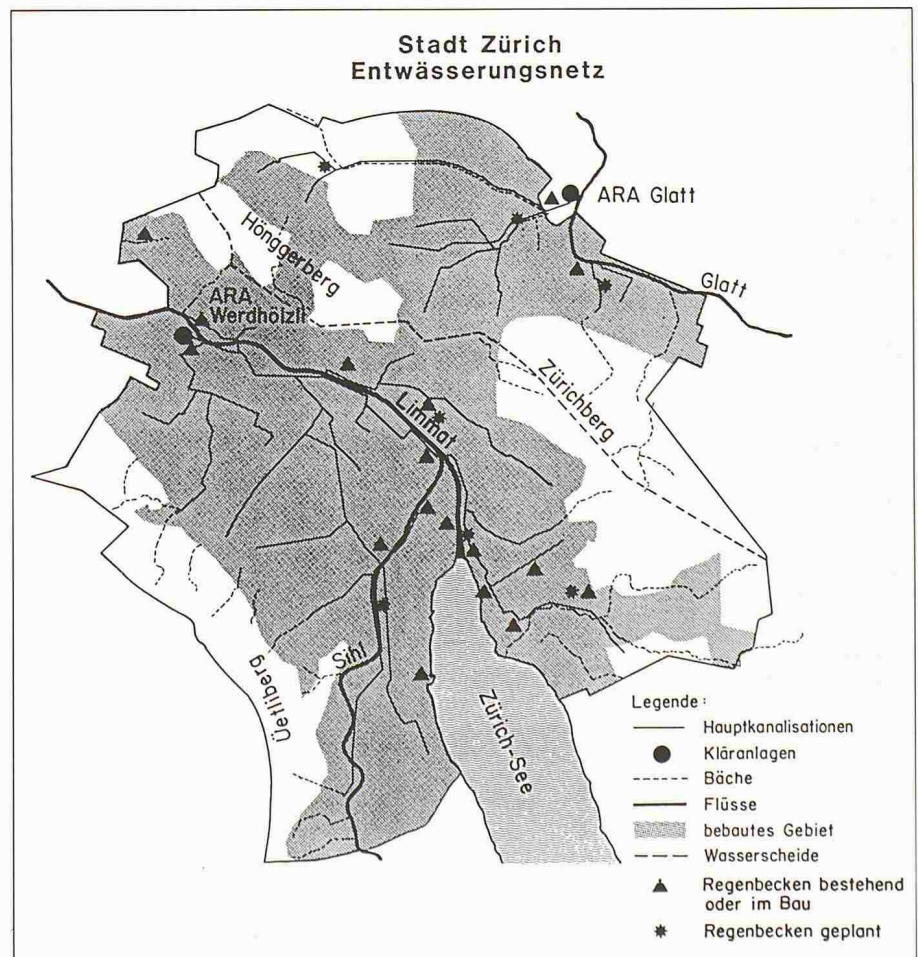
rung der Quartiere beitragen. Die Reinwasserleitungen und Bäche werden in der Regel so bemessen, dass sie in der Lage sind, bei Regenwetter etwa den fünffachen Trockenwetteranfall abzuleiten. Grössere, entsprechend selten auftretende Mengen werden über das bestehende Mischwassernetz abgeführt (umgekehrte Entlastung).

- Das *Teiltrennsystem* soll in Zukunft zunehmend zur Anwendung kommen. Unverschmutztes Regenwasser, insbesondere Dachwasser aus Wohnzonen, kann damit der Mischwasserkanalisa-

tion und somit der Kläranlage ferngehalten werden. *Dachwasser* soll *direkt zum Vorfluter* geleitet werden, wenn sich ein solcher in der Nähe befindet.

Das mit vielen Bächen erweiterte Reinwassernetz schafft dafür gute Möglichkeiten. Da dieses Netz eine beschränkte hydraulische Kapazität aufweist, sind im Rahmen der Liegenschaftsentwässerung teilweise *Speichermöglichkeiten* für das Regenwasser zu prüfen und wenn sinnvoll vorzusehen, um mittels Ablaufdrosselung geringere Abflussspitzen zu erhalten.

Bild 3. Das Kanalnetz der Stadt Zürich (Übersicht)



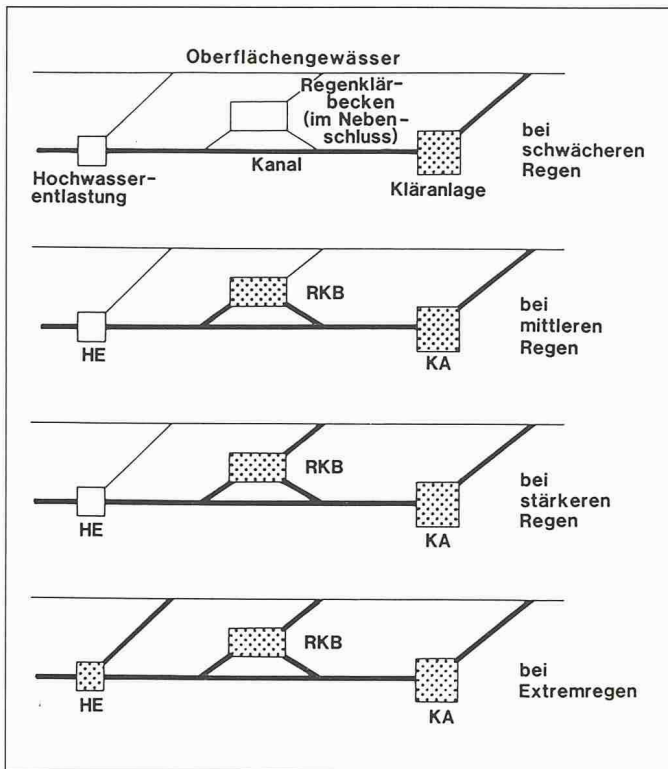


Bild 4. Regenwasserbehandlungskonzept

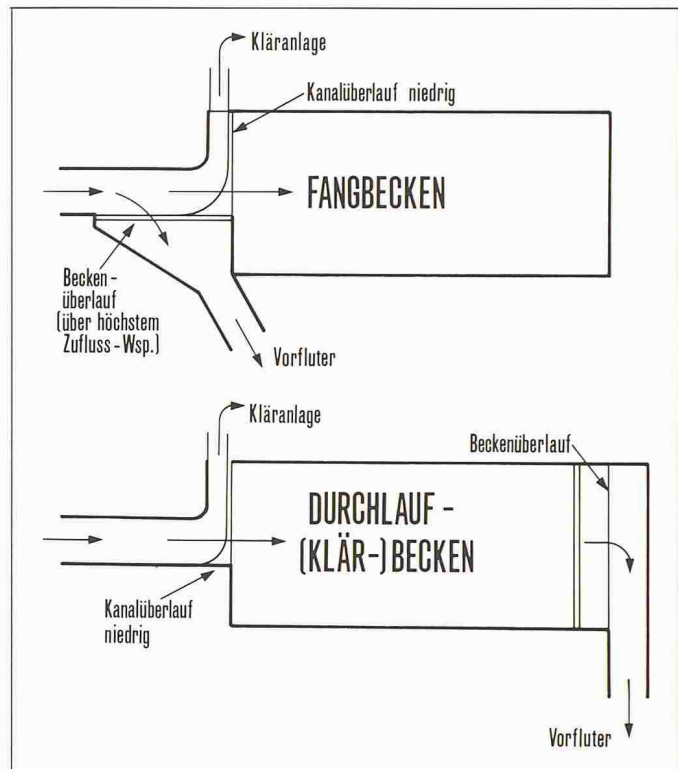


Bild 6. Die beiden wichtigsten Regenbeckentypen

– Eine Versickerung von Dachwasser ist aus hydrogeologischer Sicht stellenweise möglich. Es handelt sich hier vor allem um flache, Schotter aufweisende Gebiete im Limmat- und Glattal. Eine von einem Geologen erarbeitete Karte über die ganze Stadt stellt die Gebiete mit guter, mässiger und schlechter Versickerbarkeit dar. Insbesondere bei grösseren Bauten wurde dieses Verfahren in jüngster Zeit bei Baugesuchen vorgeschrieben. Langzeiterfahrungen liegen aber noch keine vor, so dass Versickerungsanlagen vorerst noch nicht

– Park- und Hofflächen ausserhalb des öffentlichen Strassengebietes sollen mit durchlässigen Oberflächen versehen werden, damit die abwassertechnisch ungünstige Versiegelung gestoppt werden kann.

auf breiter Front angeordnet werden sollen. Im Generellen Kanalisationsprojekt (GKP) wird, bis weitere Erfahrungen vorliegen, in der Regel keine Verminderung bei der Abführung des Abwassers aus den Gebieten mit möglichen Versickerungen vorgenommen.

Konzept zur Ableitung des Regenwassers

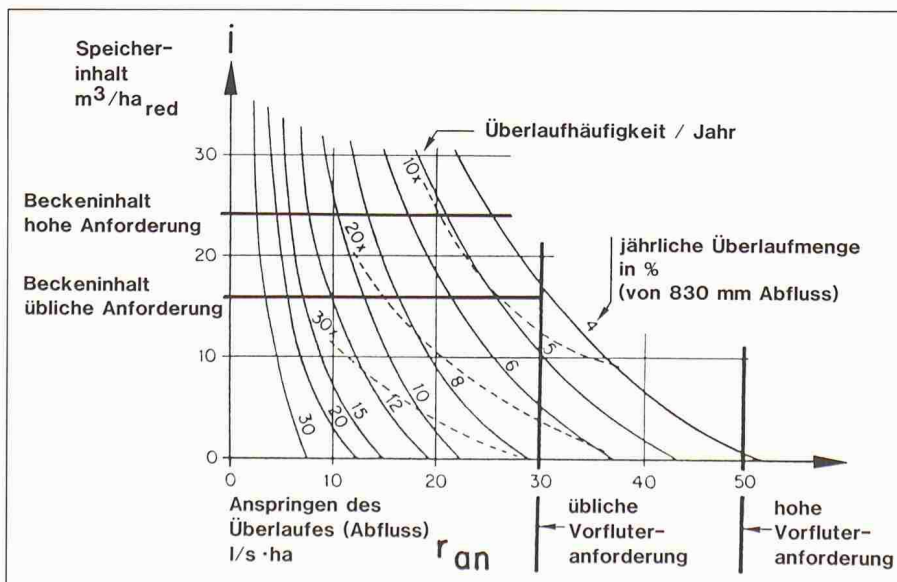
Das Kanalnetz soll wie bis anhin auf den 10jährigen Regen bemessen werden, so dass ein Regen, der statistisch nur alle 10 Jahre einmal vorkommt, ohne Rückstauerscheinungen im Kanalnetz abgeleitet werden kann.

Die beiden städtischen Kläranlagen sind in der Lage, den doppelten Trockenwetteranfall, wie er bei schwächeren Regenfällen vorkommt, vollumfänglich zu reinigen. Steigt die Abwassermenge weiter an, muss das Überschusswasser im Kanalnetz durch einen Überlauf abgetrennt oder gespeichert werden. Zur Verringerung der Vorfluterbelastung ist das entlastete Mischwasser durch ein Regenbecken zu leiten oder es sind Hochwasserentlastungen so zu konstruieren, dass sie nur selten anspringen (Bild 4).

Die Strenge der Anforderung an einen Überlauf zum Vorfluter wird durch die Wahl der Überlaufbedingung festgelegt.

Einfachheitshalber werden für die Stadt Zürich nur zwei Kategorien von Anforderungen gewählt: eine übliche und eine hohe. Der Zusammenhang von üblicher und hoher Anforderung einerseits und Belastung des Vorfluters andererseits (Überlaufmenge und -häufigkeit der Einleitungen) geht aus Bild 5 hervor.

Bild 5. Überlaufbedingungen bei Regenentlastungen



Der Speicherraum im Regenbecken oder im Speicherkanal ist der eine, der Abfluss der andere Parameter, welche die *Speicherwirkung* bestimmen. Je grösser der spezifische Abfluss (in l/s ha), desto kleiner kann der spezifische Speicherinhalt sein.

Ob übliche oder hohe Anforderung gewählt werden soll, hängt vor allem von den *örtlichen Verhältnissen* an der Einleitungsstelle (Quaipromenade oder Industriegelände) ab und betrifft damit Fragen der Ästhetik, der Hygiene und des Erholungswertes der Landschaft. Dabei spielen auch Wasserführung und Ökologie des Vorfluters eine Rolle. Es ist sowohl die momentane Auswirkung des Überlaufens wie seine langfristige Wirkung zu beachten. Je nach Vorfluter gelten für die Stadt Zürich die in Tabelle 1 festgehaltenen Anforderungen.

Auch bei Regenbecken ist zwischen üblicher und hoher Anforderung zu unterscheiden, letzteren wird durch entsprechende Beckeninhalte Rechnung getragen.

Aufgaben von Regenbecken Arten von Regenbecken

Das Regenbecken kann drei Funktionen erfüllen:

- rein volumetrisches *Speichern*. Dadurch gelangen auch stärkere, aber kleinere Regen (in mm Regenhöhe) nicht zum Überlauf;
- grobes *Klären* des überlaufenden Mischwassers;
- *Fangen* des ersten Schmutzstosses, der vor allem vom Abspülen von Ablagerungen im Kanal herrührt.

Während das Speichern Aufgabe jedes Regenbeckens ist, stehen im Mischwassersystem für das Fangen bzw. für das Klären folgende zwei Regenbeckentypen im Vordergrund (Bild 6):

Fangbecken haben den Beckenüberlauf vor dem Einlauf zum Becken, damit der gefangene Schmutzstoss bis zum Regenende zurückgehalten werden kann. Der Überlauf darf jedoch erst nach der Füllung des Beckens anspringen. Bei vollem Becken überfließt dann der gesamte Zufluss zum Vorfluter (mit Ausnahme vom Anteil des ständig Richtung Kläranlage abfließenden Abwassers). Während dieser Zeit, jährlich 20 bis 120 h, je nach Besiedlungsdichte, gelangen auch gröbere Schmutzstoffe in den Vorfluter.

Die Fangbecken halten bei günstigen Voraussetzungen eine – auf das ganze Jahr gesehen – etwas grössere Schmutz-

Tabelle 1. Vorfluteranforderung

Vorfluter	bei Hochwasserentlastungen	bei Regenbecken
Zürichsee und Limmat bis Platzspitz (Mündung Sihl)	hoch (r krit = 50 l/s ha)	hoch
Schanzengraben	hoch (r krit = 50 l/s ha)	hoch
Limmat ab Platzspitz	üblich (r krit = 30 l/s ha)	üblich
Sihl	üblich (r krit = 30 l/s ha)	üblich
Glatt	üblich (r krit = 30 l/s ha)	üblich
Bäche	üblich bis hoch (r krit = 30–50 l/s ha, je nach Ort)	üblich bis hoch

stofffracht zurück als die anderen Beckentypen. Dabei sind die Voraussetzungen für das Fangen stark von der Fließgeschwindigkeit abhängig. Weder bei hohen noch bei sehr geringen Geschwindigkeiten sind wesentliche, von Ablagerungen im Kanalnetz herrührende Schmutzstöße zu erwarten. Bei grossen Geschwindigkeiten kommt es kaum zu Ablagerungen, bei sehr kleinen braucht es eine hohe und damit seltene Regenintensität, damit die Spülggeschwindigkeit erreicht wird. Da zudem das Kanalnetz in der Stadt Zürich gut unterhalten wird und deshalb nur wenige Schmutzstoffe abgelagert und dann abgeschwemmt werden, sind bis heute in Zürich die Fangbecken nicht zur Anwendung gekommen.

Durchlaufbecken (Klärbecken), die üblichen Regenbecken in der Stadt Zürich, werden vom zum Vorfluter überfließenden Wasser durchflossen. Sie halten gröbere Schmutzstoffe vom Vorfluter fern, namentlich dann, wenn sie keinen unmittelbar vor dem Becken liegenden Überlauf besitzen. Es wird jedoch bei längerem Regen der erste Schmutzstoss durch das nachfolgende, weniger konzentrierte Abwasser über den Überlauf in den Vorfluter gespült. Das Durchlaufbecken steht um so mehr im Vordergrund, je höher die Anforderungen an die Ästhetik gestellt werden.

Anordnung

Die Anordnung der Becken im Kanalnetz kann sowohl im Nebenschluss wie im Hauptschluss erfolgen.

Im *Nebenschluss* betriebene Becken liegen prinzipiell in der zum Vorfluter führenden Ableitung eines Kanalüberlaufs. Der meistens zweifache Trockenwetteranfall wird neben dem Becken Richtung Kläranlage geführt. Im Kanal zur Kläranlage ist nur sehr wenig zusätzliches Gefälle nötig. Die Beckenleerung erfolgt dagegen meistens mit einer Pumpe.

Im *Hauptschluss* betriebene Becken liegen im zur Kläranlage führenden Ka-

nal. Solche Becken entleeren sich ständig und selbsttätig Richtung Kläranlage. Mit Rücksicht auf die max. Durchströmungsgeschwindigkeit soll der das Becken durchfließende Mischwasserdurchfluss klein gehalten und deshalb der Ablauf zur Kläranlage an den Beckenanfang gelegt werden. Die Trennung der beiden Wasserströme erfolgt im Becken.

Speicherinhalte

Die Wirkung des Regenbeckens hängt in erster Linie vom Verhältnis des Beckeninhaltes zur Grösse des Einzugsgebietes ab. Jeder Hektare ist deshalb im Becken ein bestimmter spezifischer Inhalt zuzuweisen.

Aus den Überlaufbedingungen für Regenentlastungen (Bild 5) geht hervor, dass der Speicherinhalt bei kleinem Abfluss sehr gross würde, wollte man die gleichen Ergebnisse erzielen wie bei Hochwasserentlastungen. Bei grossen Speicherräumen (Regenbecken, Speicherkanälen) lassen sich jedoch zusätzliche Aufgaben wie Klären und Fangen erfüllen.

Weiter ist zu berücksichtigen, dass das Entlastungskonzept davon ausgeht, dass die Hochwasserentlastung, wie es ihr Name sagt, nur bei extremen Regenfällen anspringen soll, da das Bauwerk im Gegensatz zu den Regenbecken Schwebstoffe im Abwasser nicht zurückhalten kann. Die ästhetischen Probleme und jene des Unterhalts in den Stadtzürcher Oberflächengewässern lassen sich damit örtlich begrenzen und etwas mindern.

Im Normalfall wird in der Stadt Zürich je nach Strenge der Anforderung (Bild 5) mit einem *spezifischen Beckenvolumen* je angeschlossene, mit dem Abflusskoeffizienten reduzierte Hektare von 16 bzw. 24 m³ gerechnet.

Die Berechnung des Speichervolumens beruht auf vielen Annahmen und Ungenauigkeiten. Bei der Wahl des Regenbeckeninhalts müssen deshalb kon-

struktive Belange und der Standort, welche auf den spezifischen Preis je m³ Speicherraum grossen Einfluss haben können, berücksichtigt werden.

Vorgehen bei Kanalsanierungen

Massgebend für die *Dringlichkeit* eines Kanalsanierungsprojektes [3] sind ausser dem qualitativen Zustand der Kanäle und deren Lage bezüglich der Grundwasserschutzzone auch die mit einer Erneuerung zu erzielende Verminderung der Schmutzstoffeinleitung in ein Gewässer. Dabei sind die ästhetischen Aspekte höher zu werten als die noch weitergehende Herabsetzung der eingeleiteten Schmutzstoffe in ein Gewässer. Bei der Festsetzung von Prioritäten werden aber auch die möglichen Verbesserungen bezüglich bekannter Rückstauerscheinungen in Liegenschaften und die übrigen städtischen Bauvorhaben in Erwägung gezogen.

Eine Kanalsanierung zu umgehen, indem das Überschreitungsintervall von 10 Jahren bei der hydraulischen Kanalnetzrechnung herabgesetzt wird, ist nicht zulässig, weil ein hydraulisch homogenes Kanalnetz angestrebt wird. Als *Sanierungsmöglichkeiten* für hydraulisch überlastete Kanäle kommen neben der Vergrösserung des Kanalquerschnittes in Frage:

- getrennte Ableitung oder Versickerung von sauberem Meteorwasser
- Umleitungen und Vermaschungen
- Schaffung von Speichereinhalten (Regenbecken oder Speicherkanäle)
- Behebung von örtlichen Engpässen und Fehlkonstruktionen
- Abfluss unter Druck, soweit keine Rückstauschäden entstehen.

Kanalerneuerungen bedeuten meistens die Öffnung von Gräben oder Schächten im Strassengebiet. Dies hat im städtischen Gebiet fast immer grosse Einschränkungen für den öffentlichen und privaten Verkehr und Immissionen für die Anwohner und Geschäfte zur Folge. Grundsätzlich ist bei Sanierungen zu beachten, dass sie *kostengünstig* und trotzdem rasch durchzuführen sind und dass möglichst *geringe Gesamt-Immissionen* gegenüber Anwohnern und Strassenbenützern erzeugt werden. Bei der Bewertung von Sanierungsmethoden sind also nicht nur die Kosten, sondern auch die verursachten Immissionen zu betrachten. Um diese Grundsätze zu erfüllen, sind diverse weitere Massnahmen zu treffen bzw. zu beachten:

- Durch Überwachung des Kanalzustandes mit modernsten Geräten und durch Führung eines *Kanalzustandskatalogs* (5 Zustandsstufen) ist es der Stadtentwässerung möglich, jederzeit über den baulichen Zustand der Kanäle im Bild zu sein.

- Durch Planen der optimalen technischen Lösung, richtige Materialwahl, *qualitätsbewusstes Bauen* und korrekte Abnahme des Bauwerkes wird eine hohe Lebenserwartung erreicht.

- Durch die Bereitstellung eines effizienten *Projektmanagements* und die Wahl geeigneter Bauabläufe kann die Bauzeit auf ein Minimum beschränkt werden.

- Durch die *Koordination mit anderen Bauarbeiten* im Strassenraum kann erreicht werden, dass der Strassenkörper in einem gewissen Zeitraum möglichst wenig für Bauarbeiten beansprucht wird.

- Durch die Wahl von *unterirdischen Kanalbaumethoden* (bei Neuerstellungen), durch die Innensanierung begehbare Kanäle sowie durch die Ausführung von Reparaturen bei nicht begehbaren Kanälen mittels Innensanierungsmethoden lassen sich die Immissionen stark vermindern.

- Neue Kanäle sollen wenn immer möglich *begehrbar* sein, was spätere Innensanierungen erleichtert. Sofern es die örtlichen Verhältnisse erlauben, sind deshalb anstelle von Kanaldurchmessern über 500 mm solche von mindestens 1000 mm (evtl. mit Sohleneinbau) zu wählen. Kontrollen und *Sanierungen* einschliesslich Installationen von Provisorien können später dann *ohne Grabenöffnung* ausgeführt werden. Weiter ist es in Zukunft auch möglich, Grundstückanschlussleitungen mit unterirdischen Baumethoden vom Grundstück zum öffentlichen Kanal oder umgekehrt zu erstellen. Der Anschluss an den öffentlichen Kanal kann sauber ausgeführt werden. Vielfach bieten die grösseren Kanäle gleichzeitig auch Speichervolumen an. Werkleitungskanäle werden auch in Zukunft nur in Ausnahmefällen zur Anwendung gelangen.

- Anzustreben sind Sanierungen ganzer Strassenzüge oder mindestens längerer Abschnitte. Wenn immer möglich sind auch *Flächensanierungen* in Betracht zu ziehen.

- Sind bei gut erhaltenen Kanälen nur einzelne Stellen stark defekt, sind als Sofortmassnahmen *Reparaturen* durch-

zuführen. Lässt sich bei weniger gut erhaltenen Kanälen aus irgend welchen Gründen eine Gesamtsanierung nicht durchführen, sind auch dort vorerst die schlimmsten Stellen zu reparieren. Vorinvestitionen für Kanalstrecken, die erst nach Jahren genutzt werden können, sind nur in Ausnahmefällen zu tätigen.

- Bei einer Erneuerung des öffentlichen Kanalnetzes sind die angrenzenden *Grundstückanschlussleitungen*, wenn sie mehr als 20 Jahre alt sind, zu untersuchen. Sind Schäden vorhanden, wird der Hausbesitzer aufgefordert, zusammen mit dem öffentlichen Bauvorhaben oder innerhalb der nächsten zwei Jahre seine Leitung zu sanieren bzw. zu erneuern.

Schlussbemerkung

Ein weitergehender Gewässerschutz erfordert auch umfangreiche Massnahmen im Kanalnetz. Die nach einem überarbeiteten Konzept vorgenommene Sanierung des Stadtzürcher Kanalnetzes ist seit rund einem Jahr im Gange. Es ist zu erwarten, dass damit das vorhandene Kanalnetz noch besser genutzt wird und die gewässerschutztechnischen Auflagen auch langfristig kostengünstig erfüllt werden.

Adresse des Verfassers: *Jürg Wiesmann*, dipl. Bauing. ETH/SIA, Leiter Stadtentwässerung, Tiefbauamt der Stadt Zürich, Bändlistr. 108, 8064 Zürich.

Literatur

- [1] Tiefbauamt der Stadt Zürich: «Sanierung des gesamstädtischen Kanalnetzes, approximative Frachtbilanz». 15. Juli 1976 (unveröffentlicht)
- [2] *J. Wiesmann*: «Konzept und hydraulische Berechnungsgrundlagen für die Sanierung des Kanalnetzes in der Stadt Zürich». Gas-Wasser-Abwasser Nr. 11/83
- [3] *J. Wiesmann* und *F. Conradin*: «Strategien in der Kanalsanierung von Zürich». Dokumentation II des internationalen Kongresses Leitungsbau, Hamburg, November 1987.