**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt

**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

**Band:** 111 (1993)

**Heft:** 7

**Artikel:** Regenwasserbehandlung und Kanalbewirtschaftung: Fallbeispiel oberes Gürbetal

**Autor:** Spring, Ulrich

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-78131

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 29.11.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

litätssicherungsnormen entsprechend organisieren.

Diese hier beschriebene Entwicklung steht nicht im Gegensatz zu den Forderungen des Ethik-Kodex; so werden dort z.B. die Bereitschaft zu interdisziplinärem Arbeiten und die Verantwortungsübernahme für die Wirtschaftlichkeit des gemeinsamen Unternehmens gefordert.

Jede Periode harten Wettbewerbes, der Umstrukturierung, der Suche nach neuem Gleichgewicht ist mit der Gefahr eines reinen Verdrängungswettbewerbes mit zunehmender Rücksichtslosigkeit und unsozialem Verhalten verbunden. Wenn der Ethik-Kodex auch nicht im Widerspruch zu wirtschaftspolitisch notwendigen Restrukturierungsmassnahmen in der Gesamtbauwirtschaft steht, so fordert er doch, dass jeder einzelne Betroffene dabei die persönliche Verantwortung für eine ausgeglichene Berücksichtigung der Anliegen der Mitmenschen, der Umwelt und der Wirtschaftlichkeit trägt.

Die Baufachleute erstellen die Infrastruktur des Landes. Indem sie dabei die Forderungen des Ethik-Kodex berücksichtigen, leisten sie einen bedeutenden Beitrag zu einer harmonischen Weiterentwicklung unserer Gesellschaft – einer Gesellschaft, der es gelingen wird, das System der klassischen, rücksichtslosen Marktwirtschaft durch eine neue, ökologische und soziale Marktwirtschaft abzulösen.

Adresse des Verfassers: *P. Knoblauch,* Dipl. Bauing. ETH/SIA, Vizepräsident, S.A. Conrad Zschokke, rue du 31-Décembre 42, 1211 Genf 6

*ASIC-Artikelreihe: Neuartige Aufgaben*

# Regenwasserbehandlung und Kanalbewirtschaftung

## Fallbeispiel oberes Gürbetal

**Der grösste Teil dieser tiefliegenden Kanäle musste gemäss SUVA-Vorschriften für Kanalvortrieb im Grundwasser im Pressverfahren mit einem Rohrdurchmesser von 1250 mm gebaut werden. Dies ergab ein sehr grosses, für den Abfluss nicht erforderliches Kanalvolumen und für uns den Anreiz, zu untersuchen, ob dieses Volumen nicht für die Regenwasserbehandlung benützt werden könnte.**

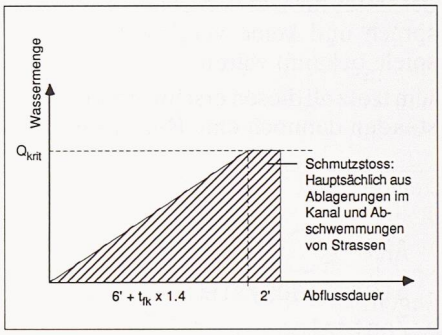


*Bild 1. Schmutzstoss, welcher zur ARA geleitet wird*

### Aufgabenstellung

Der Gemeindeverband AROG (ARA Region oberes Gürbetal) erstellt und unterhält den Zuleitungskanal mit allen

VON ULRICH SPRING, THUN

Entlastungs- und Regenwasserbehandlungsbauwerken von den Bauzonen bis zum Anschluss an den Zuleitungskanal der ARMIG (ARA Region mittleres Gürbetal), der das Abwasser der ARA Kaufdorf zuleitet.

Nach eingehenden Untersuchungen wurde 1980 beschlossen, am ursprünglichem Konzept für den Zusammenschluss festzuhalten und damit sehr tiefliegende Kanäle in Kauf zu nehmen. Die Kanäle mussten im Untergrund aus den erwähnten Gründen mit Pressvortrieb und damit mit übergrossem Durchmesser erstellt werden.

Es war von Anfang an klar, dass dies eine sehr schwierige Aufgabe darstellt. Die Risiken und Schwierigkeiten unseres Vorhabens sind wohl am kompetentesten durch die Einleitung zu einem Vortrag von Dr. W. Guyer wie folgt geschildert worden: «Es gibt kaum ein anderes Problem, mit dem sich der Gewässerschutzfachmann beschäftigt, das von so vielen Faktoren beeinflusst wird, wie die bei Regen anfallenden Schmutzstofffrachten, ihre Reduktion und ihre Manifestation im Gewässer.»

Dazu kam noch der Umstand, dass die Lage der verfügbaren Speichervolumen

| Gesichtspunkte | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 3. Vorfluteranforderungen | | | |
| Regenwasserbahandlung (QT + Qkrit - 2QT) | Ausbaugrössen und Termine | physikalische | Schwebestoffe | 1) biologische Belastung | 1) chemische Belastung |
| Variante 1<br>6 Regenbecken<br>(Regenwasserbehandlung in den einzelnen Gemeinden) | Bau der Regenbecken etappenweise | X | X | 0 | 0 |
| Variante 2<br>3 Regenbecken<br>(Regenwasserbehandlung regionenweise) | Bau der Regenbecken etappenweise | X<br>teilweise | X | 0 | 0 |
| Variante 3<br>1 Regenbecken<br>(Zentrale Regenwasserbehandlung) | Regenbecken zu Beginn erforderlich oder minimale Speicherung im Kanal | X<br>teilweise | X | 0 | 0 |
| Variante 4<br>Speicherkanal | Speicherraum von Anfang an vorhanden. Zusätzliche Messungen und Steuerungen erforderlich | Vorfluterstress nur bei HE Lohnstorfbrücke | X | X | X |

*1) Diese sehr wichtigen Bedingungen werden mit den Empfehlungen des BUS nicht gestellt.*
*X = Zielerreichung erfüllt 0 = keine sichere Aussage möglich*

*Tabelle 1. Vergleich der untersuchten Lösungen (aus: Techn. Bericht, 3. Dez. 1985)*

| | Variante 1<br>6 Regenbecken | Variante 2<br>3 Regenbecken | Variante 3<br>1 Regenbecken | Variante 4<br>Speicherkanal |
|---|---|---|---|---|
| 1. Verbandskanäle | 14 800 000.– Fr. | 14 800 000.– Fr. | 14 800 000.– Fr. | 14 800 000.– Fr. |
| 2. Regenbecken | | | | |
| 2.1 Erstellungskosten | 1 944 000.– Fr. | 1 824 000.– Fr. | 1 728 000.– Fr. | 370 000.– Fr. |
| 2.2 Betriebskosten mit 5% kapitalisiert | 1 800 000.– Fr. | 1 200 000.– Fr. | 600 000.– Fr. | 400 000.– Fr. |
| 3. Einsparung durch Reduktion Kanal ø | – 2 054 000.– Fr. | – 1 518 000.– Fr. | | |
| Total | 16 490 000.– Fr.<br>105.9 % | 16 306 000.– Fr.<br>104.7 % | 17 128 000.– Fr.<br>110.0 % | 15 570 000.– Fr.<br>100.0 % |

*Tabelle 2. Vergleich der Investitions- und Betriebskosten (aus: Technischer Bericht, 3. Dez. 1985)*

im ganzen Kanalnetz nicht den Empfehlungen für Fangbecken gemäss den Richtlinien 1977 des damaligen Bundesamtes für Umweltschutz (BUS) entsprach und keine vergleichbaren Beispiele bekannt waren.

Um trotz all diesen erschwerenden Umständen dennoch eine Regenwasserbehandlung durchführen zu können, die in der Wirkung den üblichen Regenbecken ebenbürtig ist, musste eine eigentliche Bewirtschaftung des Kanalnetzes angewendet werden.

Die für eine Kanalnetzbewirtschaftung erforderlichen Messungen und Steuerungen, mit den dazugehörigen Signal- und Messwertübertragungen erwies sich vorerst so kostspielig, dass die Realisierung wiederum in Frage gestellt wurde. Erst das Ridat-System über Telefonwählleitung brachte eine technisch brauchbare und finanziell tragbare Lösung für die Realisierung eines Kanalnetzbewirtschaftungssystems.

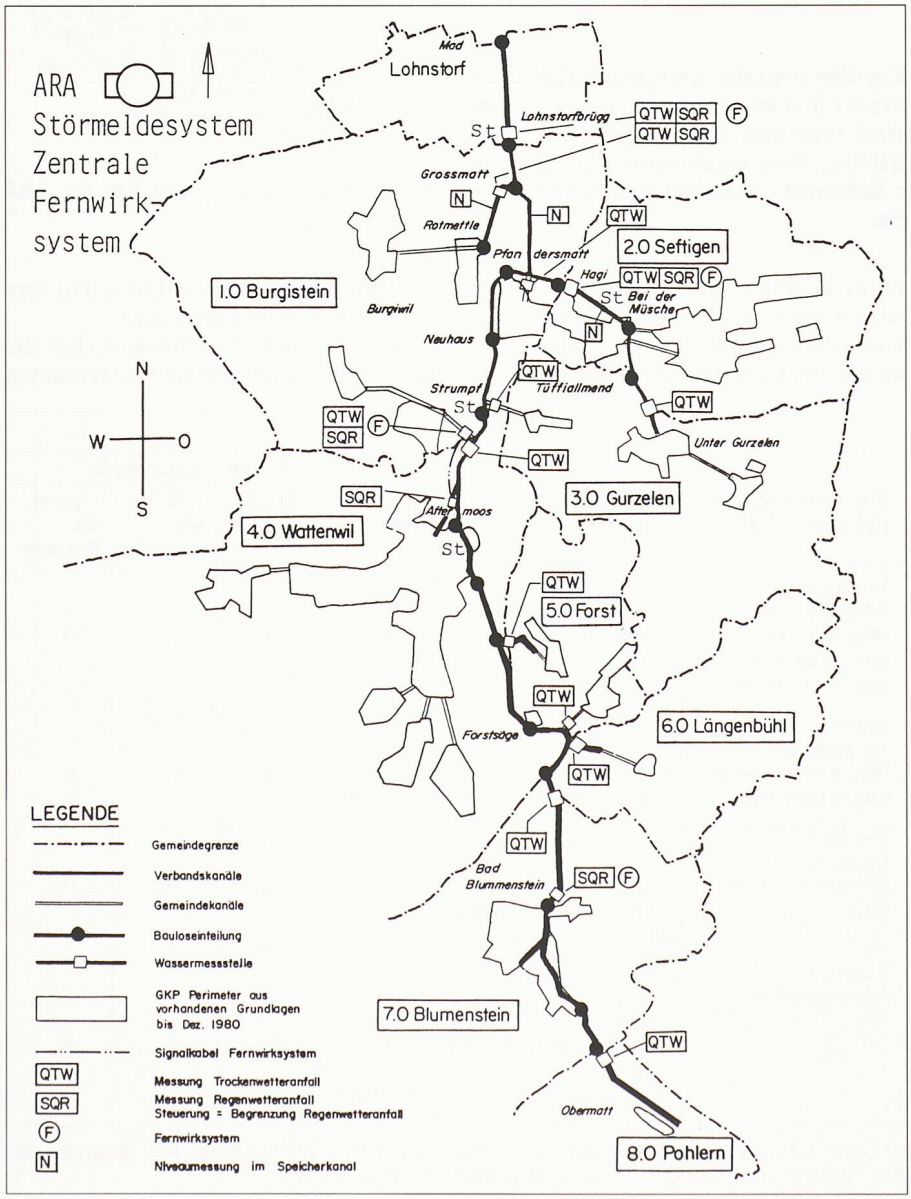


*Bild 2. Situation-Übersicht*

## Lösungsvorschläge

Für die Regenwasserbehandlung wurden – gestützt auf die Daten aus den generellen Kanalisationsprojekten der Gemeinden gemäss den Empfehlungen für Hochwasserentlastungen des BUS – die im Variantenvergleich aufgeführten Lösungen mit Regenbecken und Speicherkanälen projektiert und dimensioniert (vgl. Tabellen 1 und 2).

Aus den Kostenvergleichen wie auch aus einer Nutzwertanalyse ging die Variante 4 Speicherkanäle eindeutig als die beste und bezüglich der Betriebskosten als die günstigste Lösung hervor.

## Gewähltes Konzept mit Speicherkanälen

### *Funktion*

Die Schmutzstösse, welche zu Beginn von Starkregen in Mischwasserkanälen entstehen, werden im Speicherkanal gefangen. Der Speicherkanalabfluss beträgt höchstens den doppelten Trockenwetteranfall.

Für die hydraulische Berechnungen konnten, infolge der besonderen Verhältnisse, die Formeln von Munz für Fangbecken nicht angewendet werden.

Da 1982 noch kaum Simulationsmodelle für Regenwasserabflüsse mit Speicherung verfügbar waren, wurden die nötigen Berechnungen nach den Methoden des Flutplanverfahrens vorgenommen. Die für die Berechnung massgebende Dauer des Schmutzstosses ergibt sich aus der Fliesszeit von der entferntesten Stelle die zum Spülstoss beiträgt, multipliziert mit einem Faktor 1.4 (Dieser Faktor berücksichtigt die bekannte, aber nicht berechenbare Verzögerung in der Kanalisation und die Zeit, bis ein genügend starker Abfluss zum Abschleppen der Venunreinigungen vorhanden ist.) Da der Schmutzstoss vollständig erfasst werden soll, wurde noch ein Sicherheitsvolumen dazugerechnet.

### *System Gürbe*

Das für die Speicherung verfügbare Volumen beträgt nach Abzug des Halbschalenvolumens 1358 $m^3$. Am oberen Anfang des Speicherkanals kann infolge Tiefenlage des Kanals keine Entla-

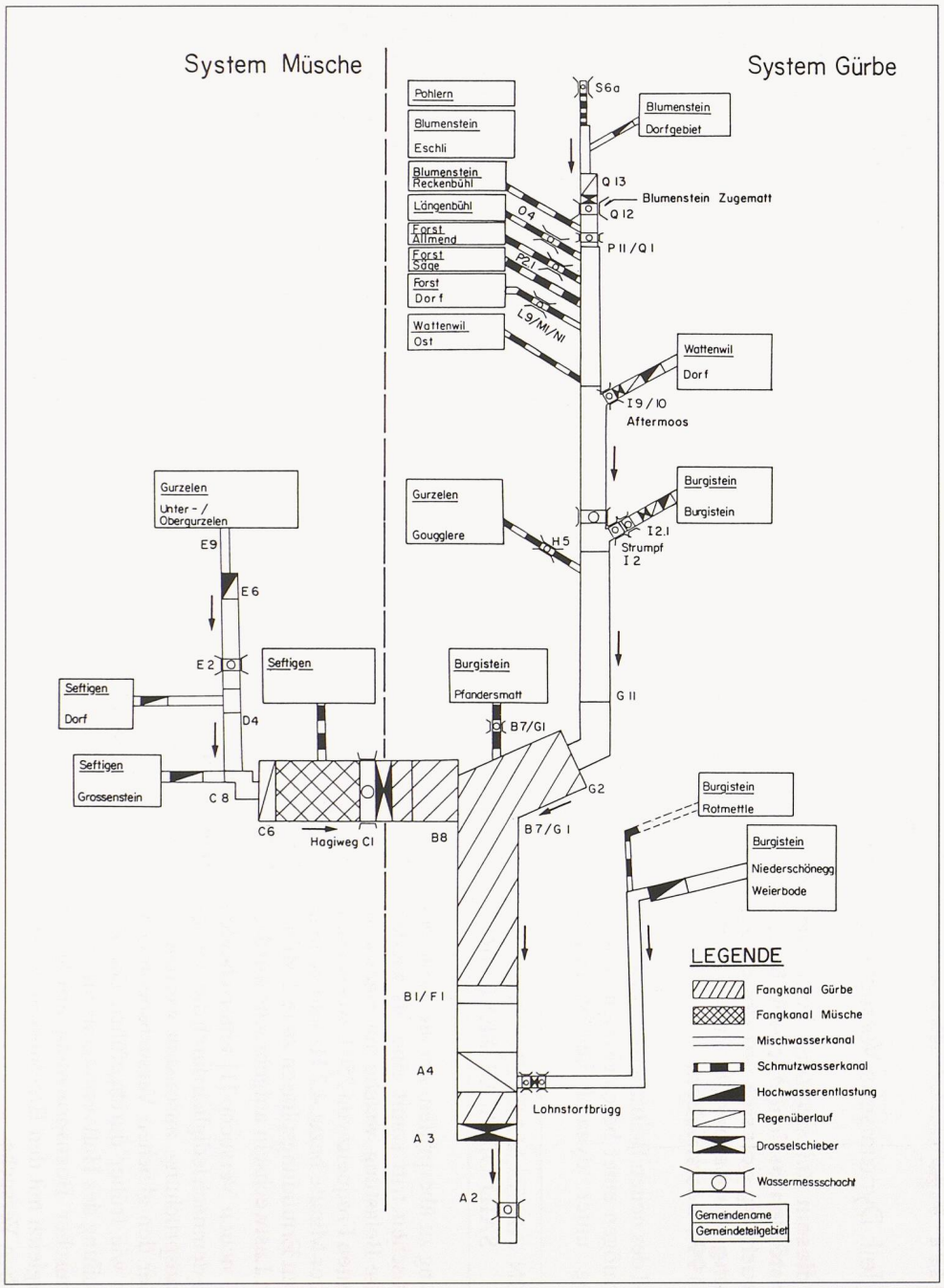


Bild 3. Systemübersicht und Messstellen

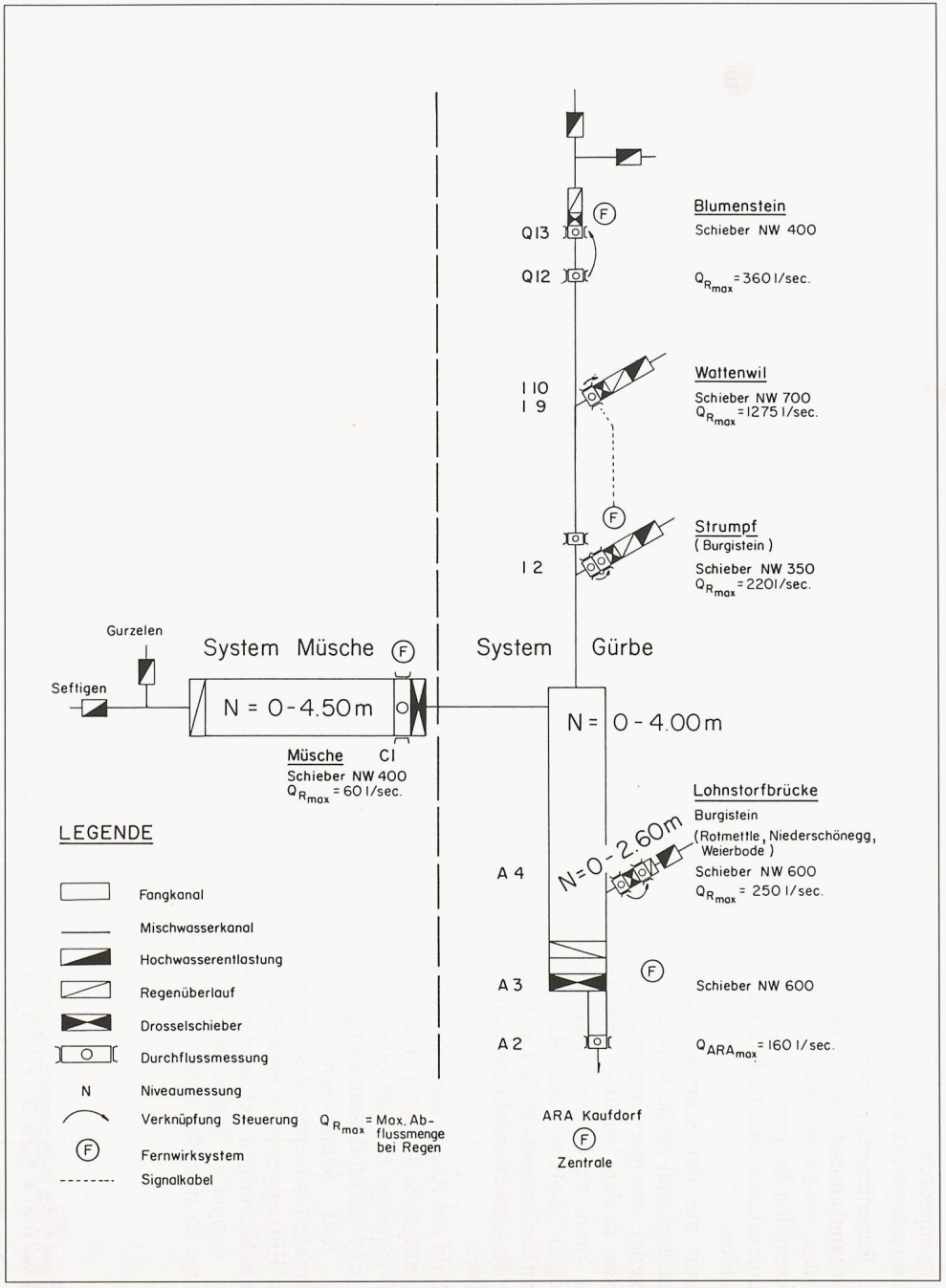


Bild 4. Schiebersteuerung und Fernwirksystem

stung angeordnet werden. Ein Regenwasserpumpwerk war nicht erwünscht.

Der Regenüberfall oberhalb des Speicherkanals musste an die Stelle verlegt werden, wo die Mischwasserkanäle der Gemeinden Burgistein, Wattenwil und Blumenstein in den Verbandskanal einmünden.

Damit nur der Schmutzstoss in den Speicherkanal abfliesst und das nachfolgende, weniger verschmutzte Regenwasser in den Vorfluter entlastet werden kann, wurde bei diesen Einmündungen zuoberst der Regenauslass, dann der Drosselschieber und zuunterst die Regenwetterabflussmessung angeordnet.

Sobald bei Regenfällen der Mischwasserabfluss die doppelte Trockenwasserabflussmenge überschreitet, startet die Regenwetterabflussmessung mit Messen und Summieren. Wenn die Schmutzstossmenge des entsprechenden Einzugsgebietes erreicht ist, wird der Schieber gesenkt, so dass nur noch die doppelte Trockenwetterabflussmenge in den Speicherkanal abfliesst und der Rest über den Regenauslass in den Vorfluter überfällt. Der Schieber wird auch in gleicher Weise betätigt, wenn im Speicherkanal bereits das maximale Niveau erreicht ist.

*System Müsche*

Das Volumen abzüglich der Halbschale mit einem Durchmesser von 500 mm beträgt 630 $m^3$. Beim System Müsche konnte am oberen Ende des Speicherkanals ein Überlauf angeordnet werden. Auch hier reicht das Volumen aus, um die Schmutzstösse von Seftigen und Gurzelen aufzufangen. Da der Überlauf im System Müsche hinten liegt, müssen die Abflüsse aus den Gemeinden Gurzelen und Seftigen vor Eintritt in den Verbandskanal nicht gesteuert werden. Das überschüssige Mischwasser wird in die Müsche eingeleitet.

## Beurteilung

Praktische Erfahrungen und Beobachtungen liegen noch keine vor. Die theoretisch ermittelte maximale Belastung des Vorfluters wird vermutlich in der Praxis nicht erreicht. Die Einrichtung für die Regenwasserbehandlung durch die vorgeschlagene Kanalnetzbewirtschaftung ermöglichen eine Anpassung an die tatsächlichen Verhältnisse und an die Betriebsanforderung der ARA. Ebenfalls kann mit diesem System der Entwicklung des Abwasseranfalles und allfälligen gesteigerten Anforderungen Rechnung getragen werden.

## Folgerungen

Infolge der vielen wenig bekannten Einflüssen ist eine Beobachtung, Auswertung der Beobachtungen und entsprechende Anpassung der Steuerungen erforderlich. Die Kanalnetzbewirtschaftung bietet viele neue Möglichkeiten zur Verbesserung des Gewässerschutzes, erfordert aber viel mehr hochqualifizierte und zuverlässige Arbeit in allen Bereichen.

Adresse des Verfassers: Ulrich Spring, dipl. Ing. ETH/SIA, Spring Ingenieure AG, Länggasse 9, 3600 Thun.

# Haftvermögen von Betonstählen mit Epoxidharzbeschichtung

## 2. Teil: Dynamische Versuche an praxisnahen Bauteilen

**In diesem Beitrag wird über das Haftvermögen von beschichteten Betonstählen berichtet, die in Balkenversuchen unter dynamischer Beanspruchung getestet wurden. Das Verhalten unter statischer Beanspruchung wurde bereits im «Schweizer Ingenieur und Architekt» in Heft 5/1993 beschrieben.**

Ziel des neuen Beitrags ist es, das Haftvermögen einer beschichteten Bewehrung unter dynamischer Beanspruchung zu überprüfen. An die Stelle der statischen tritt somit eine oft wiederholte Belastung, welche mit einer konstanten Frequenz von 250 Lastwechseln in der Minute bezw. 4.2 Hz und in mehreren Ermüdungsphasen zu je 2 Millionen Lastwechseln aufgebracht wurde.

VON ALUIS MAISSEN UND SAID OLIA, DÜBENDORF

Die neuen Versuche [1] unterscheiden sich demnach lediglich durch die Art der Beanspruchung, ansonsten wurden sie unter den gleichen Versuchsbedingungen wie früher durchgeführt. Die Beurteilung des Haftvermögens unter dynamischer Beanspruchung erfolgt im Vergleich mit den Ergebnissen der statischen Versuche.

## Versuchskörper

Um aussagekräftige Resultate erzielen zu können, mussten die Probekörper praxisnahe Dimensionen aufweisen. Grösse und Form wurden zudem so festgelegt, dass wertvolle Erfahrungen aus früheren Untersuchungen weitgehend miteinbezogen werden konnten. [2] Bild 1 zeigt Schalung und Bewehrung der gewählten Versuchskörper. Diese bestehen demnach aus schlaff bewehrten Plattenbalken mit folgenden Abmessungen:

| | |
|---|---|
| Balkenlänge: | 6,70 m |
| Balkenhöhe: | 0.50 m |
| Plattenbreite: | 0.90 m |
| Stegbreite: | 0.26 m |

Die Spannweite betrug 6,0 m. Die Spannweite und Trägerhöhe stehen somit im Verhältnis von 12:1 zueinander, was den im Massivbau üblichen Bemessungsregeln entspricht. Die gewählte Betonqualität entspricht eher einer unteren Baustellenfestigkeit. Es wurde bewusst darauf verzichtet, einen Beton mit höchsten Festigkeitseigenschaften herzustellen, um die Versuchsergebnisse nicht ungebührend zu beeinflussen. Das gewählte Betonrezept und die damit erreichte Druckfestigkeit sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Tabelle 2 enthält die ermittelten Kennwerte des Betonstahls «topar 500s». Die Dicke der Epoxisharzbeschichtung betrug rund 250µm.

## Versuchsanordnung

Die Versuchsanordnung ist ebenfalls aus Bild 1 ersichtlich. Die als einfache Balken gelagerten Prüfelemente wurden durch vier Einzellasten auf Biegung beansprucht, von denen je zwei verhältnismässig nahe beieinander waren. Die Wahl von zwei Lastpaaren anstelle von zwei Einzellasten hatte den Vorteil, dass die Grösstwerte von Querkraft und Biegemoment nicht im gleichen Querschnitt zusammentrafen.

Um eine möglichst gute Aussage über die Hafteigenschaften der beschichteten Betonstähle zu erhalten, waren umfangreiche Rissbeobachtungen erforderlich. Die Rissbreiten wurden dabei auf drei *Risslinien* gemessen, die sich durch Projektion der Zugbewehrung auf die Seitenflächen und die Unterseite ergaben (vergleiche dazu Risslinien V, U, H in Bild 1). Die Messungen er-