

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 93 (1975)
Heft: 42: SIA-Heft, 7/1975: Konjunkturelle Perspektiven

Artikel: Beurteilung der Speicherwirkung des Kanals
Autor: Dašek, Ivo
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72848>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.04.2025

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

Loslagerung mit axialer Einstellmöglichkeit am Aussenring des Gelenklagers ausgebildet, während die in Bild 26 gezeigte Anordnung ein Festlager darstellt, bei welchem Innen- und Aussenring des Gelenklagers axial festgelegt sind. Als Dichtungselemente sind Forsheda-V-Ringe vorgesehen, deren axial wirkende Dichtlippen sich unter dem Abschmierdruck abheben und das verbrauchte Schmiermittel nach aussen treten lassen. Obwohl die Zylinder-Gelenklager wartungsfrei arbeiten, wird hier, wie bei den Gross-Gelenklagern, der Lagerungsraum mit einer Füllung Lithiumseifenfett versehen, um korrosive Einflüsse auszuschliessen.

5. Zusammenfassung

Stauwerke haben wichtige Aufgaben zu erfüllen. Sie dienen unter anderem dem Hochwasserschutz wertvoller Stadt- und Landgebiete und ermöglichen die Nutzbarmachung bisher brachliegender Inundationsräume. In Verbindung mit Wasserkraftwerken leisten die Stauwerke einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Gewinnung von Primärenergie und zum Teil zur Schiffbarmachung der Flüsse.

Eine betrieblich zuverlässige und zudem äusserst wirtschaftliche Bauart von Wehrverschlüssen ist das Segment-schütz. Sicheres Funktionieren dieses Verschlusskörpers über lange Betriebszeiträume hinweg erfordert die Anwendung momentenfrei arbeitender Stützlagerungen. Das räumlich einstellbare, hochbelastbare Gelenklager wird diesen Erfordernissen gerecht.

Die Segmentstützlagerungen zahlreicher bekannter Stauwerke sind mit Gross-Gelenklagern ausgerüstet, die nunmehr auch in einer Standardreihe mit Bohrungsdurchmesser bis zu 1000 mm zur Verfügung stehen. Ausführungsbeispiele von Segmentstützlagerungen lassen erkennen, dass die Anwendung des Gelenklagers vielfältige Möglichkeiten einer individuellen, auf die jeweils vorliegenden Verhältnisse abgestimmten Gestal-

tung bietet. Wartungsfreie Gelenklager finden sich auch in den Anlenkungen der Hydraulikzylinder, mit denen die Segmentverschlüsse und Klappen bewegt werden. Die bisherigen Erfahrungen mit Gelenklagern in Segmentwehren sind sehr gut.

Literaturhinweise

- [1] *Magistrat Wien* (MA 29 u. MA 30): Donauhochwasserschutz Wien, Projektbeschreibung, Dezember 1974.
- [2] *A. Grzywiński*: Der Umbau der Nussdorfer Wehranlage. «Österreichische Ingenieur-Zeitschrift» 16 (1973) H. 3, S. 89-98.
- [3] *H. Stellmacher*: Nordsee-Sperrwerk auf Pfählen. «VDI-Nachrichten» (1974) H. 43, S. 19-20.
- [4] *K. H. Schütz*: Wasserkraftwerk Ferlach an der Drau. «Europa Industrie Revue» (1974), H. 2, S. 14-16.
- [5] *ÖDK Klagenfurt*: Draukraftwerk Ferlach, Projektbeschreibung, August 1972.
- [6] *K. H. Schütz* und *R. Berthold*: Gelenklager für kombinierte und axiale Belastungen. «Antriebstechnik» 12 (1973), H. 1, S. 10-15, und WTS 730120 der SKF Kugellagerfabriken GmbH.
- [7] *K. H. Schütz*: Gelenklager im Stahlbau und Stahlwasserbau. «Maschinentechnik» 2 (1973), S. 46-48, und 4, S. 30-33.
- [8] *R. Berthold*: Grossgelenklager erstmals bei einem Sperrwerk eingesetzt. «Kugellagerzeitschrift» 49 (1974), H. 181, S. 15-17.

Bildnachweis

1 und 6:	Magistrat Wien
5 und 18:	Zschokke-Wartmann
14 und 20:	Vöest-Alpine
25 und 26:	Krupp
7 und 8:	VDI-Verlag
12:	Dokawe
17, 19, 21, 22 und 24:	SKF
2, 3, 4, 9, 10, 11, 13, 15, 16 und 23:	Verfasser

Adresse des Verfassers: Ing. Karl Heinz Schütz, SKF Kugellagerfabriken GmbH, D-8720 Schweinfurt am Main, Postfach.

Beurteilung der Speicherwirkung des Kanals

Von Ivo Dašek, Bern

DK 628.2

Mit der Ausdehnung und der fortschreitenden Überbauung von Wohn- und Industriezonen steigen die Anforderungen an das Schluckvermögen der vorhandenen kommunalen Entwässerungsnetze. Manche Kanalisationsleitungen müssen entweder vergrössert oder die Kapazität des Netzes durch Sanierungen wie Umleitungen der Abflüsse, Einbau von Regenklärbecken usw. gesteigert werden. Die Bemessung eines neuen Kanalnetzes erfolgt für den Vollausbau, der in der Regel erst in einigen Jahrzehnten erreicht wird. Manche Kanäle werden dann lange Zeit nicht ausgelastet und sie können unter Umständen als Rückhaltebecken wirken. Dadurch kann manche Sanierung der unterhalb liegenden, älteren Leitungen mit kleinerem Schluckvermögen auf einen späteren Zeitpunkt verschoben werden. Um die Speicherwirkung der Kanäle zu beurteilen, werden die Ganglinien der Abflüsse ermittelt. Wie man dabei vorgehen kann, wird an einem Beispiel dargestellt.

1. Problemstellung

Durch das Wangental, ein Gebiet der Gemeinde Köniz, das an die Stadt Bern grenzt, fliesst der Stadbach. Die normalen Abflussmengen im Bach sowie das Bachbettprofil sind so klein, dass es nicht möglich ist, das aus der Autobahntwässerung anfallende Meteorwasser sowie das entlastete Abwasser aus den Baugebieten in diesen schwachen Vorfluter einzuleiten. Die Gemeinde Köniz und die Stadt Bern haben sich mit dem kantonalen Autobahnamt zu einer gemeinsamen Lösung zusammengesprochen: ein Mischwasserkanal wird die anfallenden Meteor- und Schmutzwassermengen aufnehmen und die neu geplante ARA II der Stadt Bern in der Eymatt bzw. vom vorher eingeschalteten Entlastungsbauwerk in den Wohlensee ableiten. Der Sammelkanal wurde für den Vollausbau der Einzugsgebiete bemessen.

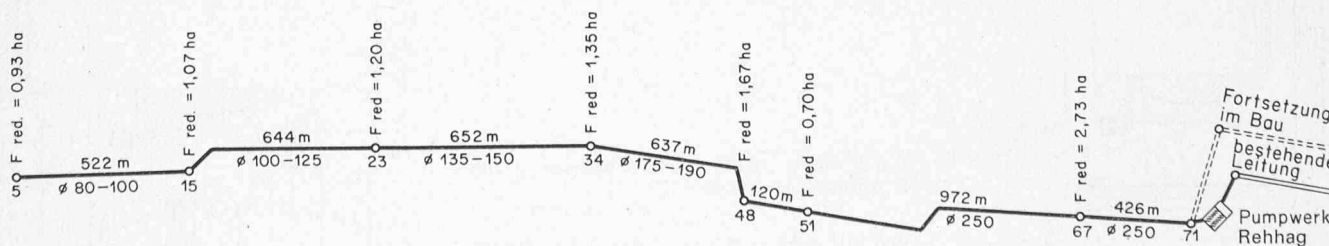


Bild 1. Schematische Situation des Sammelkanals Wangental

Da die zweite städtische Kläranlage in Eymatt jedoch erst später gebaut wird, müsste das anfallende Regen- und Schmutzwasser vorübergehend direkt in den Wohlensee geleitet werden. Um eine ständige Verschmutzung des Vorfluters durch den Trockenwetteranfall zu verhindern, wurde im Raume Rehhag ein Schneckenpumpwerk erstellt, welches das ankommende Abwasser bis zu 200 l/s in die bestehende, höher liegende städtische Kanalisation fördert. So wird das Schmutzwasser bis zum 7fachen, in den nächsten Jahren zu erwartenden Trockenwetteranfall aus dem Wangental in das Kanalisationsnetz Bern-Bümpliz eingeleitet und in der heutigen ARA I in Neubrück gereinigt. Wenn im Kanal mehr als 200 l/s ankommen, wird das Wasser über eine Schwelle überfallen und im Kanal in Richtung Wohlensee weiterfließen. Nach dem Bau und der Inbetriebnahme der ARA II in Eymatt wird das Pumpwerk aufgehoben.

Der Sammelkanal wurde bis und mit Pumpwerk bereits erstellt und in Betrieb gesetzt. Mit dem Bau der Fortsetzung des Sammelkanals Wangental auf städtischem Gebiet in Bümpliz bis zum Wohlensee wurde letztes Jahr begonnen. Wegen der beträchtlichen Leitungslänge, des grossen Kanalprofils, der tiefen Lage der Leitung unter dem Terrain sowie

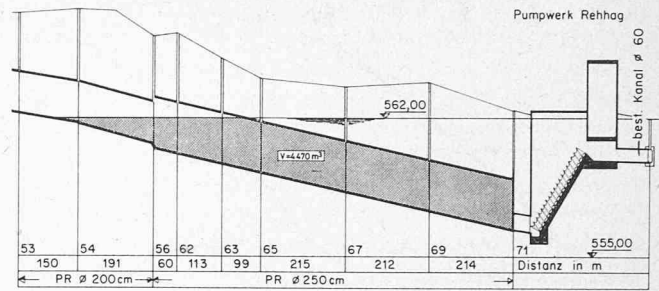


Bild 2. Schematisches Längenprofil des Kanals mit dem Schneckenpumpwerk

wegen der schwierigen Bodenverhältnisse ist mit der Fertigstellung des Kanals erst in einigen Jahren zu rechnen.

Der Bau der Autobahn N12 im Wangental ist ziemlich fortgeschritten, und es wird beabsichtigt, ein Teilstück schon im nächsten Jahr dem Verkehr zu übergeben. Die bald darauf nachfolgende Eröffnung des ganzen Autobahnabschnittes Bern-Flamatt bedeutet, dass aus der Autobahnentwässerung grosse

Tabelle 1. Daten für die Regendauer $t_r = 10$ min mit einer Regenspende von $r = 354$ l/s ha

Schacht Nr.		5	15	23	34	48	51	67
Fläche des Einzugsgebietes	F_{red} (ha)	0,93	1,07	1,20	1,35	1,67	0,70	2,73
Wassermengen aus den einzelnen Einleitungen	Q_{max} (l/s)	325	379	425	478	591	248	966
Fliesszeit bis zur Einleitung in Sammelkanal	t_e (s)	435	475	560	680	710	510	550
gesamte Wassermenge	Q_{tot} (l/s)	325	704	1129	1607	2198	2446	3412
Fliesszeit im Sammelkanal zur nächsten Einleitung	t_k (s)	244	255	265	306	47	369	145

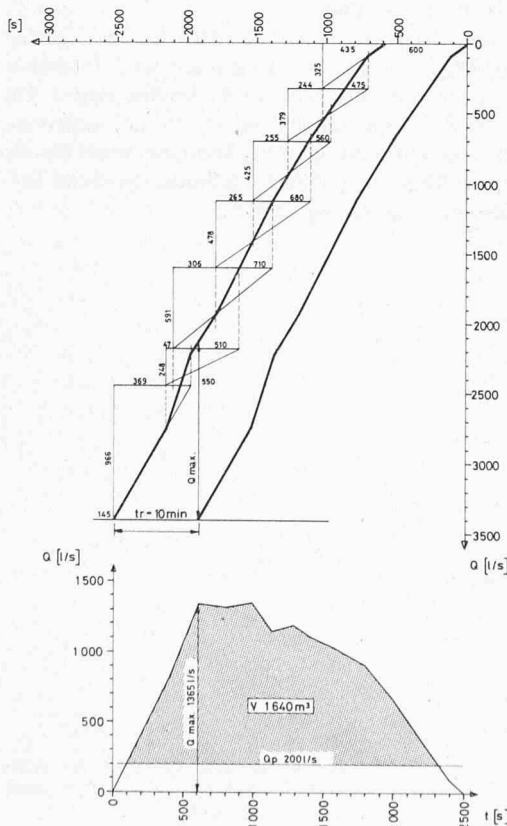


Bild 3. Abflussplan und Ganglinie der Wasserzuflüsse für die Regendauer $t = 10$ min und Regenspende $r = 354$ l/s ha

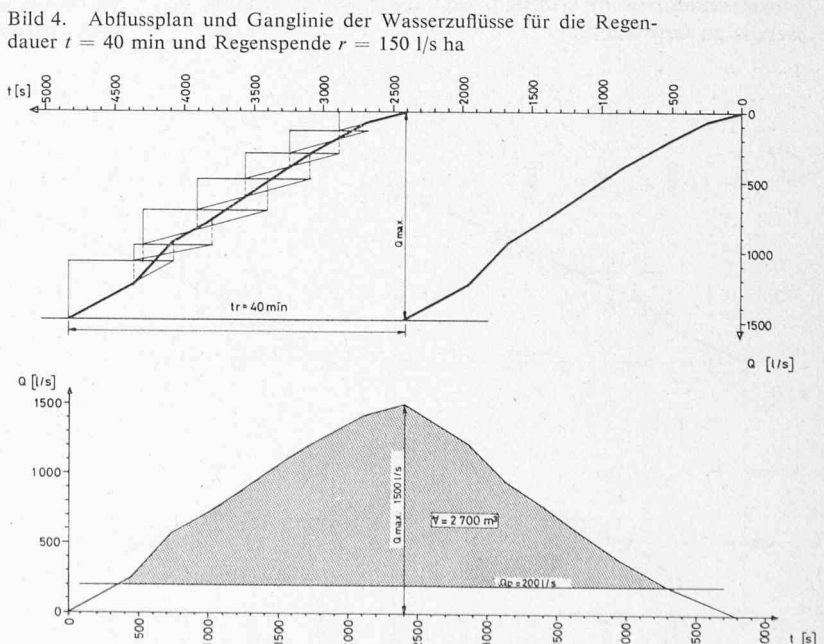


Bild 4. Abflussplan und Ganglinie der Wasserzuflüsse für die Regendauer $t = 40$ min und Regenspende $r = 150$ l/s ha

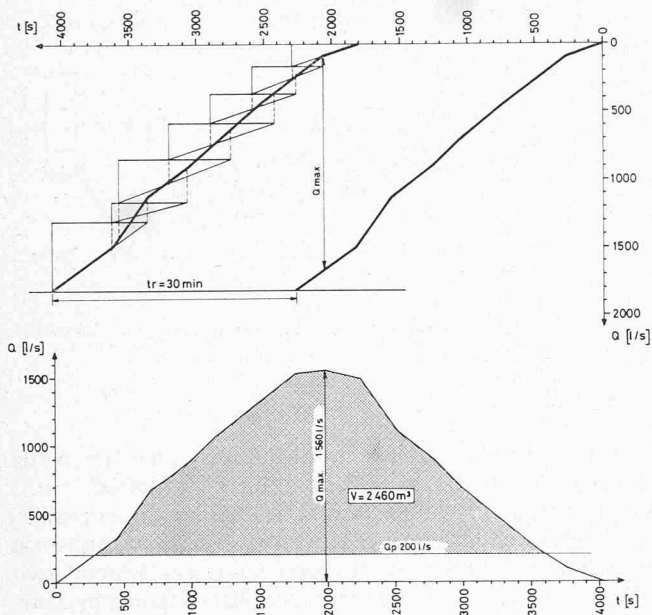


Bild 5. Abflussplan und Ganglinie der Wasserzuflüsse für die Regendauer $t = 30$ min und Regenspende $r = 186$ l/s ha

Meteorwassermengen – insgesamt bis 1500 l/s – im Sammelkanal Wangental anfallen können. Da die Fortsetzung des Sammelkanals vom Pumpwerk bis zum Wohlensee erst in einem späteren Zeitpunkt in Betrieb gesetzt wird und das Schneckenpumpwerk nur eine Wassermenge von 200 l/s fördern kann, scheint es, dass eine Gefahr von Überschwemmungen besteht.

Der bereits gebaute Sammelkanal ist über 4 km lang und hat im unteren Abschnitt einen Durchmesser von 250 cm. Da die Baugebiete nur in einem kleinen, hinsichtlich Abwassermengen unbedeutenden Ausmass angeschlossen sind und der Kanal im unteren Teilstück ein Schluckvermögen von 20 m³/s aufweist, wurde die Frage gestellt, ob das grosse vorhandene Volumen des noch nicht ausgelasteten Kanals sich als Speicher auswirken und somit die instationären Zuflüsse mit den gleichmässig geförderten Wassermengen von 200 l/s zeitlich ausgleichen wird. Der Ingenieur bekam die Aufgabe, die Abwasserzuflüsse zu ermitteln und die Speicherwirkung des Kanals zu beurteilen.

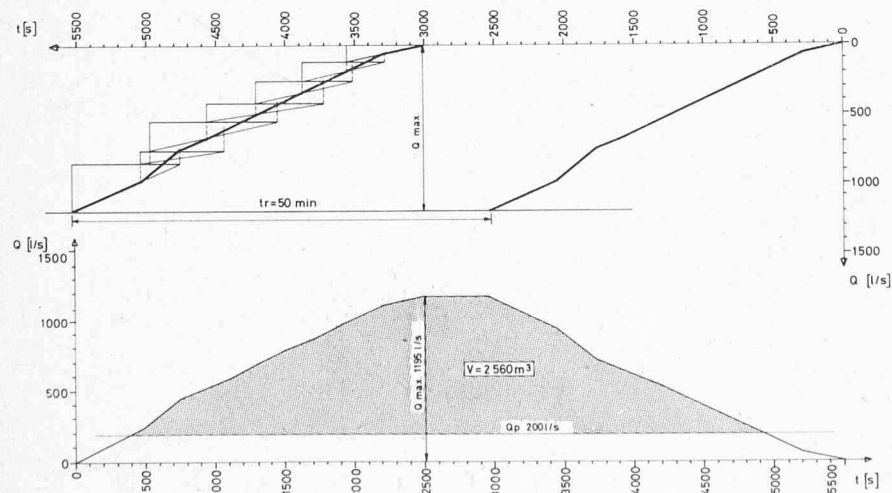


Bild 6. Abflussplan und Ganglinie der Wasserzuflüsse für die Regendauer $t = 50$ min und Regenspende $r = 125$ l/s ha

2. Berechnungsgrundlagen

Im Bild 1 ist schematisch die Lage des bereits gebauten Sammelkanals Wangental aufgeführt. Die reduzierten Flächen F_{red} der einzelnen zu entwässernden Einzugsgebiete sind bei jeder Einleitung angegeben. Bild 2 zeigt das vereinfachte schematische Längenprofil des Kanals mit dem Schneckenpumpwerk. Für den angenommenen höchsten Wasserstand von 562,00 m ü. M. beim Pumpwerk wurde das zur Verfügung stehende Volumen $V = 4470$ m³ des Kanals ermittelt. Zur Vereinfachung wurden dabei die zusätzlichen Inhalte der Schächte und Schachteinstiege sowie der sich bildende Rückstau nach oben vernachlässigt. Für die Berechnung der Regenwassermengen wurde die Regenintensitätskurve für die Stadt Bern mit einer Häufigkeit $z = 5$ verwendet.

3. Berechnung der Abflüsse mit Zeitbeiwertverfahren

Der Sammelkanal Wangental wurde auf Grund des generellen Kanalisationsprojektes bemessen. Der Regenwasseranfall wurde mit dem gewöhnlichen Zeitbeiwertverfahren in Form der Listenrechnung berechnet. Diese Methode beruht auf der Annahme, dass ein solcher Regen den grössten Abfluss verursacht, dessen Dauer gleich der Fließzeit ist. Diese Annahme gilt jedoch für übliche Verhältnisse, d.h., wenn die zu entwässernden Flächen der Einzugsgebiete eine regelmässige Form haben und längs des Kanals ungefähr gleichmässig gross sind. Mit der Länge des Kanals nimmt die Summe der reduzierten Flächen ständig zu.

Im vorliegenden Sonderfall, wo an den Sammelkanal nur die Autobahntwässerung in grossen Abständen angeschlossen ist und wo im heutigen Zeitpunkt aus den nebenliegenden zur Entwässerung vorgesehenen Flächen kaum Wasser anfällt, kann das Zeitbeiwertverfahren für die Erfassung der Abflüsse nicht angewendet werden. Die Fließzeiten zwischen den einzelnen Einleitungen sind zu gross und man bekäme deshalb falsche Werte. Man darf auch die Wassermengen bei den Einleitungen nicht einfach addieren; zeitliche Verschiebung der einzelnen Flutwellen und die Abminderung der Wassermengen würden so nicht berücksichtigt und die errechnete Wassermenge würde zu hoch ausfallen.

Bei längeren Sammelkanälen werden die maximalen Abflüsse in der Regel mit längeren Regen kleinerer Intensität verursacht und nicht mit starken, kurz dauernden Regen. Da die Abflüsse bei den Einleitungen zuletzt in der untersten Strecke zeitlich verschoben zur Geltung kommen, muss für die Berechnung der Zuflüsse eine andere Methode, die diese Tatsache berücksichtigt, angewendet werden.

4. Summenlinienverfahren

Das Summenlinienverfahren ist eine alte graphische Methode zur Ermittlung von Abflüssen in Kanalisationsnetzen. Sie wurde in Form des «Verzögerungsplanes» von Ing. Hauff entwickelt und von M. Vicari [1] publiziert. D. Kehr [2] hat sie als Summenlinienverfahren bezeichnet.

Im dritten Quadrant werden die Abflussmengen aus den einzelnen Flächen bzw. Einleitungen als Ordinaten und die zugehörigen Fliesszeiten als Abszissen stufenweise aufgetragen. Dabei geht man so vor, dass die Fliesszeiten von gleichzeitig durchflossenen Flächen untereinander liegen, d. h., dass sie bei den Einleitungen übereinstimmen. Wenn das Wasser im Kanal nur transportiert wird, erhöht sich dann nur die Fliesszeit und die Wassermenge bleibt gleich; diese Tatsache wird im Diagramm mit einer waagrechten Linie dargestellt. Zur Ermittlung der Abflüsse werden die übereinanderliegenden Ordinatenabschnitte addiert und daraus die Summenlinie des Abflusses konstruiert. Eine solche Summenlinie kann für jeden beliebigen Punkt des Kanals gezeichnet werden. Wenn die Fliesszeit im Kanal länger als die Regendauer ist, dann kommt es zur Abminderung der Abflüsse. Dies wird im Diagramm durch eine parallele, im Abstand der Regendauer rechts gezeichnete Summenlinie dargestellt. Den grössten Abfluss im gewählten Punkt des Kanals gibt dann die grösste Ordinate zwischen den beiden Summenlinien an. Dieser Abstand kann mit Hilfe des Diagramms festgestellt werden. Auf diese Weise können die Abflussdiagramme für verschiedene Regenspenden der gegebenen Regenintensitätskurve gezeichnet werden.

Das Summenlinienverfahren wurde zur Auswertung der zeitweiligen Sonderverhältnisse beim Sammelkanal Wangental angewendet. Um die maximalen Abflussmengen im Kanal nach der letzten Einleitung der Autobahntwässerung zu ermitteln, wurden sechs Abflussdiagramme für Regenspenden der Regendauer von 10 bis 60 Minuten gezeichnet.

In der Tabelle 1 sind die notwendigen Daten zum Zeichnen des Abflussdiagrammes für die Regendauer $t_r = 10$ min. mit einer Regenspende von $r = 354$ l/s angegeben.

Im oberen Teil von Bild 3 sind für die in der Tabelle 1 enthaltenen Werte die Abflüsse und die daraus sich ergebenden Summenlinien graphisch dargestellt. Die grösste Ordinate zwischen den beiden Summenlinien ergibt $Q_{\max 10} = 1365$ l/s.

Die Bilder 4 bis 6 enthalten die Abflussdiagramme für die Regendauer $t_r = 30$ min., $t_r = 40$ min. und $t_r = 50$ min. Die maximalen Wassermengen betragen $Q_{\max 30} = 1560$ l/s, $Q_{\max 40} = 1500$ l/s und $Q_{\max 50} = 1195$ l/s. Aus den vorliegenden Ergebnissen folgt, dass die grössten Abflüsse im Kanal die Regendauer $t_r = 30$ min. mit einer Regenspende von $r = 186$ l/s verursachen wird.

5. Berechnung des Speichervolumens

Um das notwendige Volumen für das Speichern von überschüssigen Wassermengen berechnen zu können, müssen dazu die Ganglinien der Zuflüsse nach der letzten Einleitung der Autobahntwässerung im Kanal bekannt sein. Die Ganglinien können aus den vorher gezeichneten Abflussdiagrammen ermittelt werden. Auf der Abszisse wird die Zeit und auf der Ordinate die Wassermenge aufgetragen. Am Anfang gleicht die Flutwelle der ermittelten Summenlinie. Das Maximum wird bei der grössten Ordinate zwischen den beiden Summenlinien erreicht. Wenn die Fliesszeit im Kanal kürzer als die Regendauer ist, wird die maximale Wassermenge bis zum Ende der Regendauer anhalten; das ist zum Beispiel der Fall bei der Regendauer von $t_r = 50$ min. Im unteren Teil der Bilder 3 bis 6 sind die entsprechenden Ganglinien dargestellt.

Die Fläche zwischen der Abszisse und der Ganglinie ergibt das gesamte Volumen des ankommenden Wassers. Wenn

davon die ständig gepumpte Wassermenge von $Q_p = 200$ l/s abgezogen wird, erhält man das notwendige Volumen des Wassers, das gespeichert werden muss. Aus den Bildern 4 bis 6 geht hervor, dass ein Speichervolumen von $V = 2700$ m³ benötigt wird. Dabei ist zu beachten, dass das grösste Volumen nicht bei dem maximalen Zufluss, sondern bei der Regendauer von $t_r = 40$ min. mit der Regenspende $r = 150$ l/s und daraus resultierenden $Q_{\max 40} = 1500$ l/s beansprucht wird.

Aus dem Längenprofil (Bild 2) wurde das vorhandene Volumen des Sammelkanals Wangental ermittelt. Es beträgt $V = 4470$ m³, also wesentlich mehr als das notwendige Volumen von $V = 2700$ m³. Es besteht deshalb keine Gefahr von Überschwemmungen. Das anfallende Meteorwasser aus den bereits angeschlossenen Einzugsgebieten wird im unteren Kanalabschnitt gespeichert.

Das ermittelte notwendige Speichervolumen ist als ein maximaler Wert zu betrachten. Die weiteren, rechnerisch kaum zu erfassenden Einflüsse, wie die Verflachung der Flutwellen während des Abflusses in oberliegenden Kanalstrecken sowie die Speicherwirkung der oberen, nicht ausgelasteten Leitungsprofilen, werden zur Verzögerung und Abminderung der Zuflüsse führen.

Das Pumpwerk wird das gespeicherte Wasservolumen von $V = 2700$ m³ in 225 Minuten abpumpen.

6. Zusammenfassung

Die in den generellen Kanalisationsprojekten vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen der älteren Kanalnetze beruhen auf den Angaben für den Vollausbau. Die Sanierungen müssen jedoch nicht immer im ganzen Umfang erfolgen. Ihre Dringlichkeit soll auf Grund der bestehenden und in kurzer Zeit zu erwartenden Überbauungen bestimmt werden. Dabei kann das Volumen der vorübergehend nicht ausgelasteten Kanäle zeitweilig zum Speichern des Wassers ausgenützt werden. Es kann stufenweise gebaut und so erhebliche Finanzmittel gespart werden.

Das Summenlinienverfahren eignet sich zur Ermittlung der Abflüsse in Kanälen mit teilweise angeschlossenen Einzugsgebieten. Diese Methode erlaubt alle Besonderheiten, wie unregelmässige Formen der Einzugsgebiete, Durchfluss durch einen langen Stollen oder Verzweigung der Abflüsse, in der Berechnung zu berücksichtigen. Der Hauptvorteil des Summenlinienverfahrens liegt in der Möglichkeit die Flutwellen für jede Regendauer zu konstruieren. Aus den Ganglinien der Wasserzuflüssen kann man sodann das gesamte Volumen des durchgeflossenen Wassers bestimmen. Als Nachteile des Summenlinienverfahrens können der verhältnismässig grosse zeichnerische Aufwand sowie, besonders bei grösseren Netzen, die erschwerte Übersicht bezeichnet werden. Die Summenlinie kann auch rechnerisch ermittelt werden; man kann sich dabei mit Vorteil eines Computers bedienen. Die Anschaulichkeit und Genauigkeit der Methode rechtfertigt ihre Anwendung in solchen Fällen, in denen die Abflüsse zeitlich genau beurteilt werden sollen.

Literaturverzeichnis

- [1] M. Vicari: Die graphische Berechnung städt. Kanalnetze nach Ingenieur Hauff, Mainz. «Gesundheits-Ingenieur», 32 (1909) Nr. 34, S. 569-572.
- [2] D. Kehr: Die Berechnung von Regenwasserabflüssen. Oldenbourg-Verlag, München und Berlin, 1933, S. 69.

Adresse des Verfassers: Ivo Dašek, dipl. Bauing., SIA, Ingenieurbureau Holinger AG, Brunnmattstrasse 45, 3007 Bern.