

<b>Zeitschrift:</b>	Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)
<b>Band:</b>	83 (1985)
<b>Heft:</b>	12
<b>Artikel:</b>	Die Schlauchdrossel, ein neuer Modul für Bewässerungskanäle
<b>Autor:</b>	Vischer, D. / Peter, P.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-232636">https://doi.org/10.5169/seals-232636</a>

### 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:** 11.01.2026

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

La définition de la base de données, la programmation des applications et les contrôles nécessitent un ingénieur qualifié. En revanche, l'utilisation en saisie ou en application, se fait facilement par du personnel de moindre qualification, ce que nous avons pu vérifier avec des collaborateurs du service communal des égouts.

### 5.3 Applications futures

L'introduction progressive des coordonnées pour chaque point devrait permettre l'utilisation de la base pour assister le dessin automatique du réseau. Jusqu'à maintenant, c'est essentiellement l'absence de mensuration numérique dans le secteur étudié qui a retardé cette étape.

Le langage de manipulation interactive des données (EQUEL) permet d'effec-

tuer de nombreux calculs dans la base de données elle-même. Cette facilité n'a pas été encore utilisée. Elle permettrait de développer par exemple une routine de reconnaissance automatique de l'arborescence du réseau en partant de l'un des exutoires.

### 6. Conclusions

Cette brève description de l'utilisation d'une petite base de données nous incite à faire les remarques suivantes:

- La création et l'exploitation d'une base de données sur micro-ordinateur pour des applications concrètes est actuellement possible sans notions particulières en informatique.
- La sécurité et la flexibilité des logiciels de base permettent en cours de projet, de modifier la structure des données et de récupérer toutes les

informations pour changer la destination des données. Les risques de perdre le bénéfice d'un travail sur une base sont dès lors éliminés lors du changement de système de gestion de la base.

- Une préparation soigneuse des données qui constituent les tables est nécessaire.
- L'utilisation d'une petite base de données autonome préfigure la décentralisation aisée des SIT.

Adresse des auteurs:

J.-L. Horisberger, Ing. EPF, génie rural et géomètre.

C.-A. Vuillerat, Ing. EPF, génie rural et géomètre.

Bernoux et Cherbuin ing.-cons.  
Av. du Casino 45, CH-1820 Montreux

## Die Schlauchdrossel, ein neuer Modul für Bewässerungskanäle

D. Vischer, P. Peter

In Bewässerungsanlagen wird das Wasser oft durch ein ausgedehntes Kanalnetz auf die Felder verteilt. Dieses Netz weist im wesentlichen eine Baumstruktur auf, das heißt, es besteht aus Primärkanälen, die als Verteiler für abzweigende Sekundärkanäle dienen, die ihrerseits Verteiler für Tertiärkanäle (Feldkanäle) sind. In der Regel ist an jedem Abzweiger ein Regulierorgan angeordnet, das den abzweigenden Abfluss unabhängig von den jeweiligen Kanalwasserspiegeln konstant halten soll; es wird oft als Modul bezeichnet.

Im folgenden wird ein solcher Modul vorgestellt. Er wurde kürzlich als Alternative zu den bereits bestehenden und zum Teil patentierten Typen entwickelt. Er besteht hauptsächlich aus einem Gummischlauch, der entsprechend seiner Belastung elastisch einbeult und damit als selbsttätige Drossel wirkt: Im Blick auf diese charakteristischen Merkmale wird der neue Modul als Schlauchdrossel bezeichnet. Sein Vorteil ist es, einfach und billig zugleich zu sein, weshalb er sich ganz besonders für den Einsatz in Entwicklungsländern eignet.

*Dans les aménagements d'irrigation, l'eau est souvent amenée jusqu'aux champs cultivés par un vaste réseau de canaux. La structure de ce réseau, comparable à celle d'un arbre, comprend des canaux primaires conduisant à des canaux secondaires, qui à leur tour alimentent les canaux tertiaires ou canaux d'irrigation proprement dits. En règle générale, un ouvrage de régulation appelé (module) est mis en place à chaque ramifications, de manière à ce que le débit évacué dans la branche soit indépendant des variations de niveau dans le canal principal.*

*Un tel module est présenté ci-après. Développé récemment, il offre une alternative aux types d'ouvrages existants et en partie déjà brevetés. Le principe de son fonctionnement est basé sur le voilement élastique d'un manchon de caoutchouc soumis à une charge extérieure et qui agit alors comme organe autorégulateur du débit. Au vu de ses caractéristiques, le nouveau module est appelé (manchon souple d'étranglement). Son avantage réside dans le fait qu'il est à la fois simple et peu coûteux. Son utilisation est ainsi particulièrement favorable dans les pays en voie de développement.*

### 1. Das Prinzip der Schlauchdrossel

Das Prinzip lässt sich am besten anhand von Abbildung 1 beschreiben (siehe auch Vischer 1979): Dargestellt

ist ein Becken mit einem Auslauf in Form eines Rohrs. Dieses ragt ein Stück weit in das Becken und steht dort unter einem Außenüberdruck, das heißt es

wird entsprechend belastet. Es kann somit beulen, was seinen Querschnitt verengt und den Ausfluss drosselt. Erfolgt dieses Beulen elastisch, so variiert die Drosselung mit dem Außenüberdruck und folglich mit dem Beckenstand, und zwar ist die Drosselung um so stärker, je höher der Beckenstand steigt.

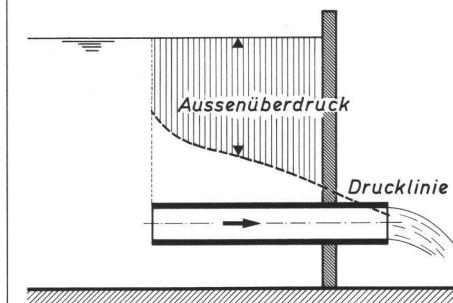


Abb. 1 Ausfluss aus einem Becken durch ein Rohr. Schematische Darstellung der Drucklinie und des Außenüberdruckes

Dieser Beul- und Drosselleffekt kann offensichtlich durch die Wahl eines geeigneten Rohrmaterials begünstigt werden. Die Idee liegt nahe, einen Teil des Rohrs als elastischen Schlauch auszubilden, der schon bei geringem Außenüberdruck einbeult und dann als Drossel arbeitet. Der Erfolg ist insbesondere gross, wenn der Drosselquerschnitt als Ausstrittsquerschnitt wirkt,

das heisst, wenn sich die Strömung unmittelbar nach der engsten Stelle ablöst.

Beim Füllen des Beckens zeigt eine solche Schlauchdrossel folgendes Verhalten:

Zunächst wird sie nur teilweise eingestaut und arbeitet im Freilauf. Dann wird sie voll eingestaut und gerät unter Druck. Diesem hält sie bis zu einem bestimmten Wert stand, das heisst, sie bleibt zylindrisch und wird wie ein gewöhnliches Rohr durchflossen. Bei Überschreiten dieses kritischen Wertes beult sie ein und beginnt zu drosseln.

Ihre charakteristische Abflusskurve besteht deshalb grundsätzlich aus vier Teilen (s. Abb. 2):

- dem Freispiegelabfluss mit freiem Einlauf
- dem Freispiegelabfluss mit überstau tem Einlauf
- dem ungedrosselten Abfluss unter Druck.
- dem gedrosselten Abfluss unter Druck

Für die praktische Anwendung ist der gedrosselte Abfluss unter Druck von Interesse. Bei geeigneter Ausbildung vermag da die Schlauchdrossel näm-

lich den Abfluss nahezu konstant, das heisst unabhängig vom Beckenstand zu halten. Dies kann für verschiedene Zwecke ausgenützt werden.

Hier soll nur die Anwendung in Bewässerungskanälen behandelt werden. Dort geht es unter anderem darum, Wasser von Verteilkanälen in Feldkanäle zu leiten; dabei sollen die Verteilmengen annähernd konstant und die Verteilverluste möglichst klein gehalten werden. Dieses Verteilproblem lässt sich unter anderem dadurch lösen, dass jedes Verteilbauwerk mit einer Schlauchdrossel als Modul ausgerüstet wird. Es entsteht dann ein Dispositiv, das vom bisher betrachteten Becken gemäss Abbildung 1 insofern abweicht, als

- an die Stelle des Beckens der Verteikanal tritt
- die Schlauchdrossel in der Regel vom Feldkanal eingestaut wird
- die Wasserspiegeldifferenz zwischen Verteikanal und Feldkanal und damit zwischen dem Ober- und Unterwasser der Schlauchdrossel gering sein kann.

## 2. Untersuchungen im Laboratorium

Im November 1979 erteilte die Universal Ingenieurunternehmung AG, Basel, der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETH Zürich den Auftrag, die Eignung der Schlauchdrossel für die Bewässerungstechnik zu prüfen. Dabei wurde an Verteilbauwerke für 10 bis 80 l/s bei einer Toleranz von  $\pm 10\%$  gedacht. Die Wasserspiegeldifferenzen zwischen Ober- und Unterwasser sollten bis 0,70 m betragen.

Die Versuche wurden im Massstab 1:1 durchgeführt. Die Versuchsanlage war verhältnismässig einfach; ihr Aufbau kann den Abbildungen 3 und 4 entnommen werden: Das Kernstück, die eigentliche Schlauchdrossel, bestand aus zwei horizontal gelagerten Asbestzementrohren, die mit einem Gummischlauch verbunden wurden. Dieser wurde ohne jede Vorspannung über die Asbestzementrohre gestülpt und mit Brides (s. Abb. 4) fixiert. Beim Gummi handelte es sich um einen verhältnismässig weichen Nitril-Kautschuk der Härte 49 Grad nach Shore mit einer Reissdehnung um 450%. Er stand in Bahnen von 1 bis 6 mm Stärke zur Verfügung, wurde jeweils auf das erforderliche Mass zugeschnitten und zu einem Schlauch aufgerollt. Die Längsnahrt wurde bei 20 mm Überlappung kalt geschweisst. Der Innendurchmesser des Schlauchs entsprach selbstverständlich dem Aussendurchmesser der Asbestzementrohre. Insgesamt wurden sechs Typen von Schlauchdrosseln bei vier bis fünf verschiedenen Längen untersucht. Aufgrund der Vorversuche

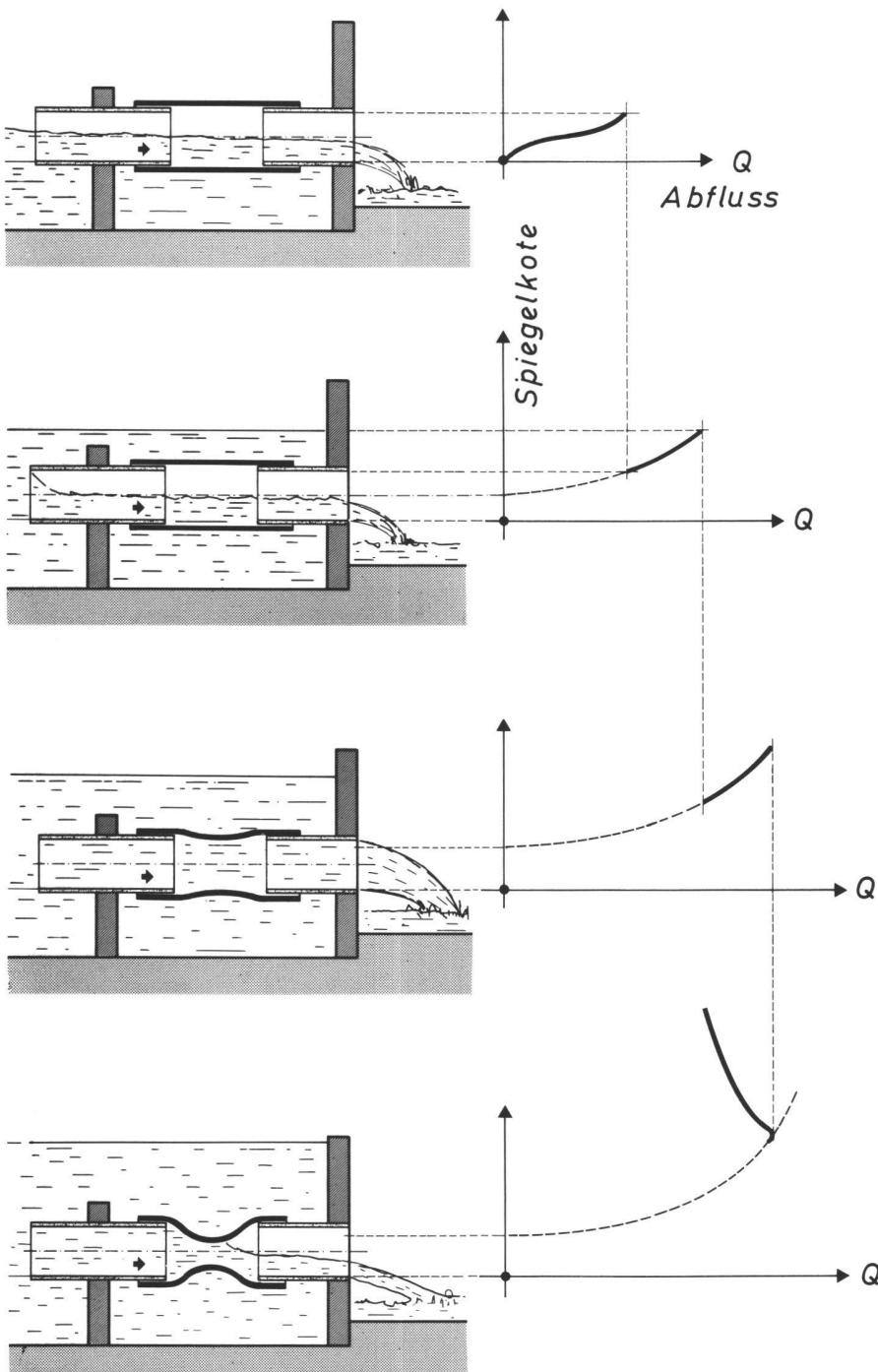


Abb. 2 Die vier Betriebszustände der Schlauchdrossel mit den zugehörigen Abflusskurven (schematisch)

konnten viele Abmessungen von vornherein festgelegt werden. Die Tabelle vermittelt eine vollständige Übersicht darüber. Die durchgeführten Messungen bezogen sich auf die Abflusskurve. Das heisst, für jede eingebaute

Schlauchdrossel wurden sowohl der Ausfluss als auch der Ober- und Unterwasserstand bestimmt. Die übrigen Eigenheiten jeder Drossel – wie die Vibrationen, die Wirbelbildung, der Einfluss des Abstandes vom Boden

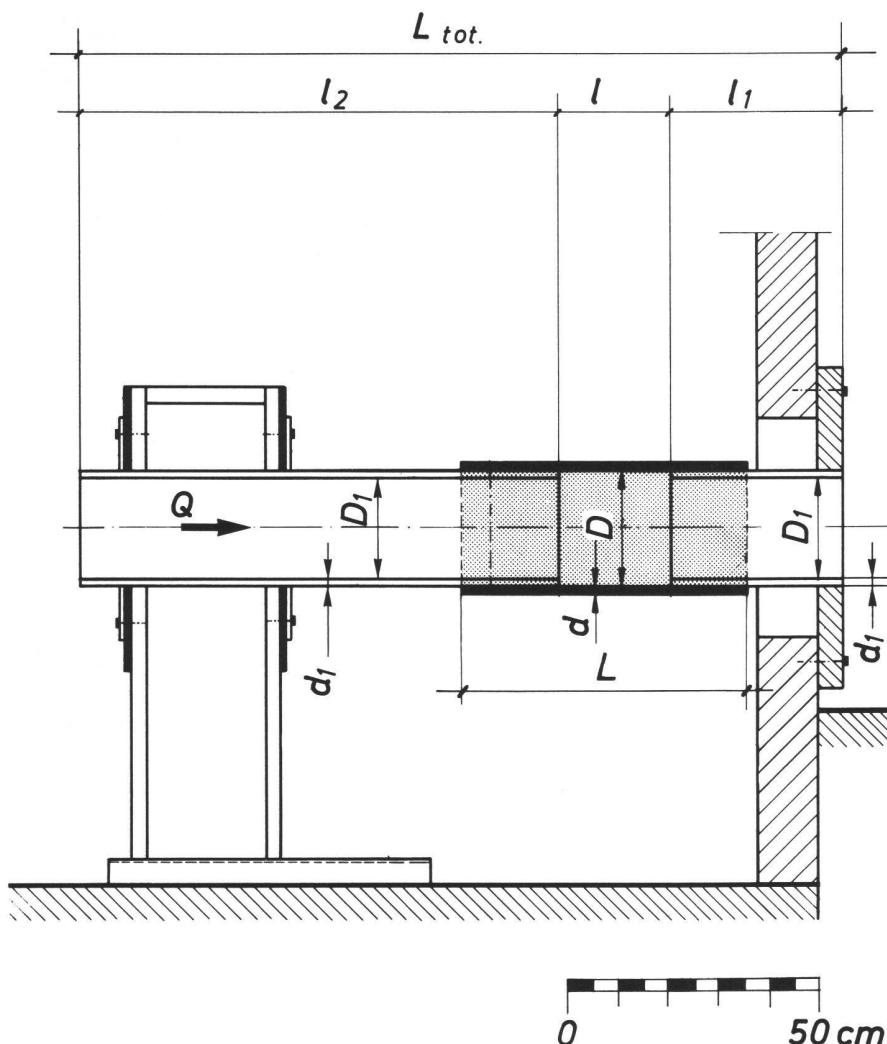


Abbildung 3 Längsschnitt durch die Versuchsanlage im 1 m breiten Messkanal. Links die verstellbare Lagerung, um unterschiedlichen Schlauchlängen Rechnung zu tragen. Rechts die feste Lagerung in der Trennwand zwischen Ober- und Unterwasser

Typ	I	II	III	IV	V	VI
<b>Rohre</b>						
D <sub>1</sub>	100	125	150	200	250	300
d <sub>1</sub>	10,25	11,25	12,25	14,5	16,75	18,75
l <sub>1</sub>	340	340	340	340	340	340
l <sub>2</sub>	850	830	800	980	920	800
<b>Schlauch</b>						
D	120,5	147,5	174,5	229	283,5	337,5
d	1	2	3	4	5	6
l (von bis)	100/180	130/190	170/230	220/310	250/340	300/390
L Schlauchdrossel	460	500	540	620	700	780
L <sub>tot</sub>	1290/1370	1300/1360	1310/1370	1540/1630	1510/1600	1440/1530

Abmessungen der untersuchten Schlauchdrosseln. Bezeichnungen gemäss Abbildung 3. Masse in mm

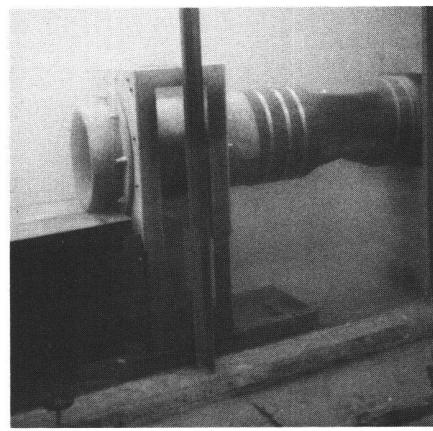


Abbildung 4 Ansicht der Versuchsanlage mit einer Schlauchdrossel des Typs VI in Betrieb

oder von den Wänden (s. Abschnitt 3) – wurden vorwiegend visuell beurteilt. Die entsprechenden Ergebnisse konnten dem Auftraggeber im Juli 1980 in Berichtsform zur Verfügung gestellt werden (siehe VAW 1980).

Als Beispiel einer Auswertung zeigt Abbildung 5 die Abflusskurven des Typs IV für die Längen 220, 250, 265, 280 und 310 mm. Bei ihrer Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass die Messfehler bis zu  $\pm 3\%$  der Abszissenwerte ausmachen können. Zum Vergleich hält Abbildung 6 noch die Messwerte für freien Ausfluss fest; die Ähnlichkeit ist überraschend gross.

### 3. Besondere Probleme

#### 3.1 Das Beulen

Das Einbeulen des Schlauchs erfolgt, sobald ein bestimmter Überdruck – das ist der kritische Beuldruck – überschritten wird. Die Beulform ist ziemlich regelmässig, solange der Schlauch relativ steif beziehungsweise der Überdruck gering ist. Dies trifft im vorliegenden Fall zu. In andern Fällen könnten äusserst unregelmässige, das heisst bezüglich der Schlauchaxe symmetrische Beulformen beobachtet werden.

Die Beulform wurde in den Versuchen nicht ausgemessen, sondern visuell beurteilt. Die Anzahl der Beulen längs des Schlauchumfanges lag, wie Abbildung 7 andeutet, zwischen drei und sechs. Sie entsprach fast ausnahmslos jener Anzahl, die man aufgrund der bekannten Beulformeln aus der Biegetheorie elastischer Schalen gewinnen kann (siehe Vischer 1979); das heisst, sie hängt praktisch nur von den Schlauchabmessungen ab.

Die Drosselwirkung des Schlauches ist also eine Funktion der Steifigkeit und der Beulform zugleich. Die Diagramme der Abbildungen 5 und 6 veranschaulichen dies: Bei gegebener Gummiqualität und Gummistärke variiert die Abflusskurve mit der freien Länge des Schlauches, ebenso die Anzahl der Beulen.

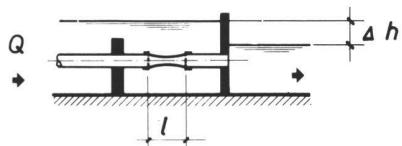
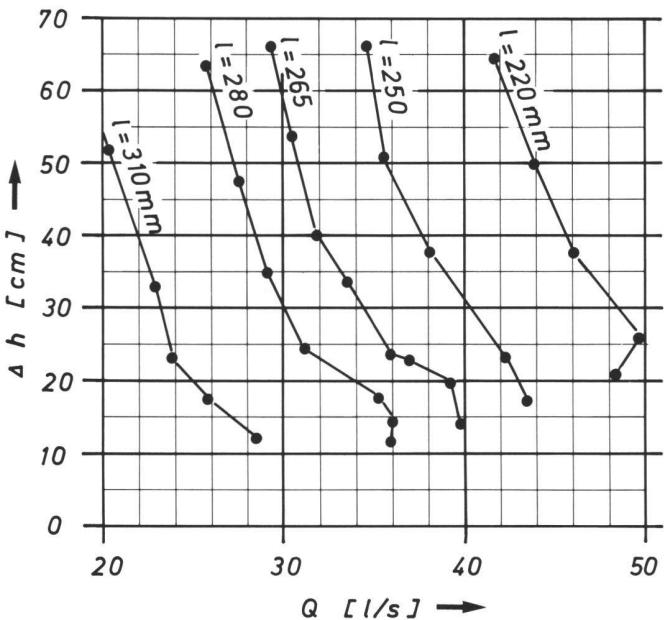


Abb. 5 Gemessene Abflusskurven des Typs IV bei eingestaumtem Ausfluss

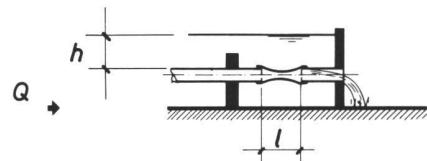
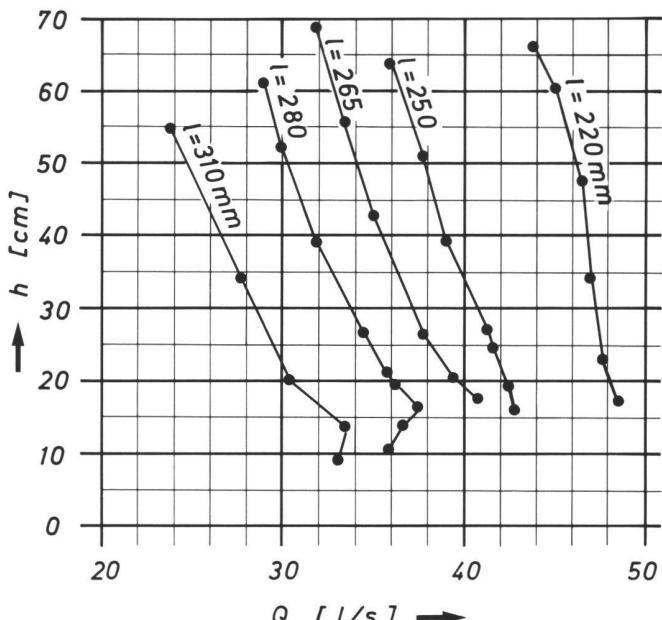


Abb. 6 Gemessene Abflusskurven des Typs IV bei freiem Ausfluss

### 3.2 Hysteresiseffekte

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen Abflusskurven, die bei ansteigendem Überdruck bzw. Oberwasserspiegel gemessen wurden. Sie decken sich nicht ganz mit jenen, die sich beim anschließenden Senken des Oberwasserspiegels ergeben haben. Im allgemeinen resultierten Unterschiede, wie sie in Abbildung 8 schematisch und in Abbildung 9 am Beispiel der Drossel vom Typ V konkret dargestellt werden. Dieser Hysteresiseffekt ist in erster Linie auf die Eigenschaften des Gummis

zurückzuführen, der unter Zugbeanspruchung ja eine ausgesprochene Hysteresis im Spannungs-Dehnungs-Diagramm aufweist. In zweiter Linie widerspiegelt sich darin aber auch ein hydraulisches Phänomen, das mit der Lage des Ablösungspunktes der Strömung zusammenhängt

Im übrigen ist zu beachten, dass dem Hysteresiseffekt der Abflusskurven von Abbildung 9 natürlich noch die Messfehler überlagert sind, die – wie bereits erwähnt – bis zu  $\pm 3\%$  des Abflusses ausmachen können.

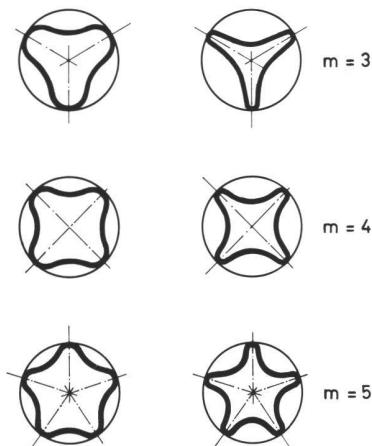
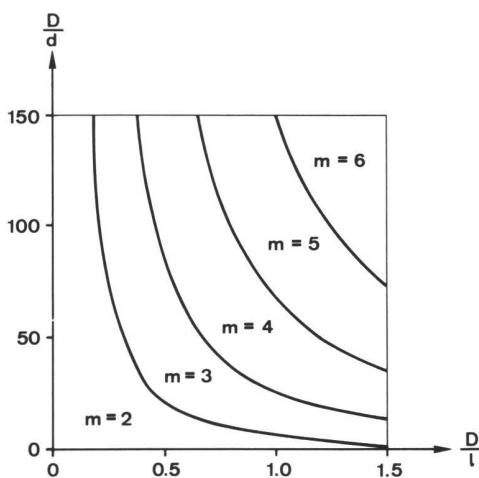


Abb. 7 Beulformen des Schlauchs (rechts). Abhängigkeit der Beulform von den Schlauchabmessungen (links)

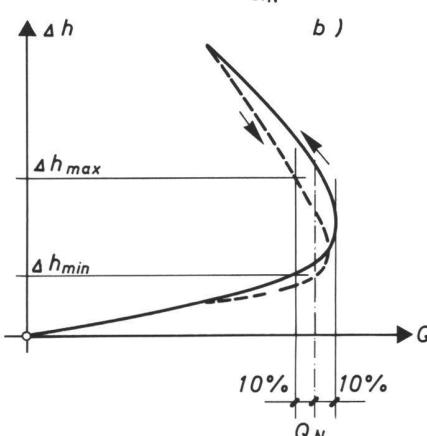
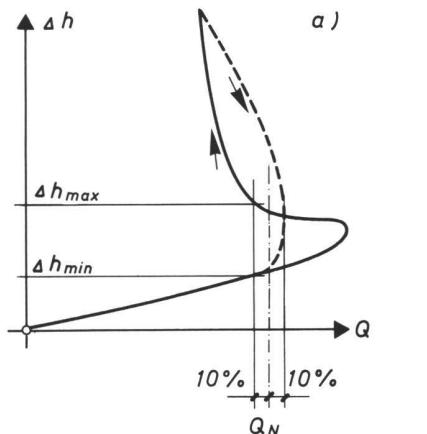


Abb. 8 Typische Abflusskurven bei steigender und anschließend fallender Druckdifferenz: Hysteresiseffekt. Definition des Nennabflusses  $Q_N$

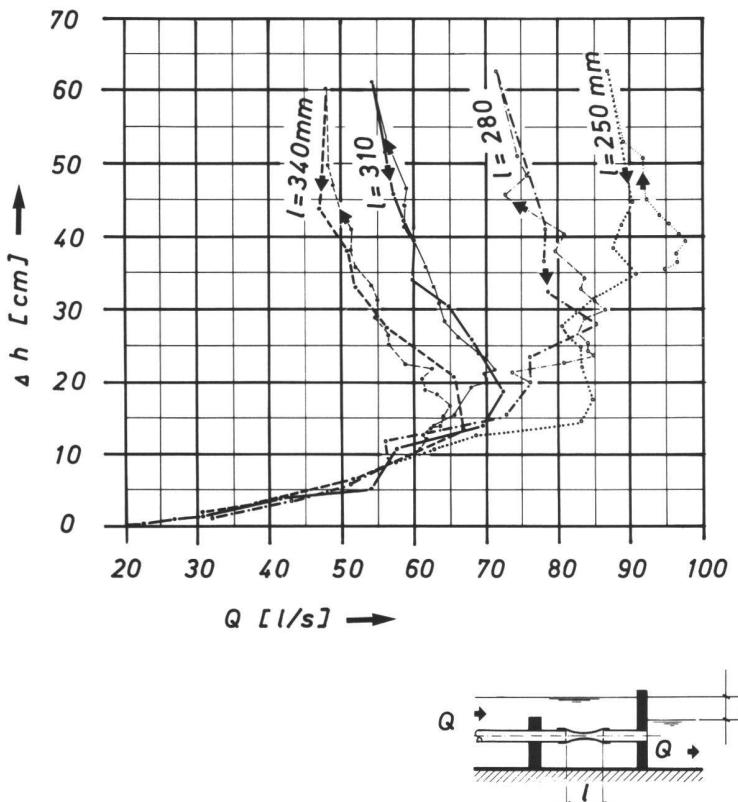


Abb. 9 Gemessene Abflusskurven des Typs V bei eingestautem Ausfluss

### 3.3 Kriecheffekte

Bei längeren dauernden Versuchen konnten deutliche Kriechverformungen beobachtet werden. So verformte sich beispielsweise die Schlauchdrossel des Typs IV unter Vollast innerhalb von 30 Stunden so weit, dass der Durchfluss um 4 bis 6% vermindert wurde. Nach der Entlastung bildete sich diese Verformung aber wieder zurück. Eine Wiederbelastung nach einer Woche ergab daher praktisch die ursprüngliche Abflusskurve.

Die plastischen Verformungen waren dementsprechend gering. Sie rührten natürlich nicht bloss von der Plastizität des Gummis her, sondern in geringem Masse auch von der Relaxation der Schlauchbefestigung.

### 3.4 Vibrationen und Pulsationen

Bei den Versuchen konnten verschiedentlich Vibrationen und Pulsationen beobachtet werden.

Die Vibrationen äussern sich in einem Zittern oder Flattern des Gummischlauchs mit kleinen Amplituden und hohen Frequenzen. Der Ausfluss wird von diesem wenig auffälligen Phänomen praktisch nicht beeinflusst. Die Ursache der Vibrationen liegt im Pendeln des Ablösungspunktes, der ja wegen des Fehlens einer scharfen Kante nicht eindeutig fixiert ist (s. Abb. 2).

Bei den Versuchen traten solche Vibrationen nur bei den kleinen Drosseltypen auf. Dort ließen sie sich allerdings nicht verhindern. Ihre Auswirkungen auf den Schlauch waren aber belanglos, weil Gummi solche Wechselbelastungen ohne weiteres aushält. Doch ist auf die Dauer eine Lockerung der Briden nicht auszuschliessen.

Bei den Pulsationen öffnet und schliesst sich der Schlauch in einem niederfrequenten Rhythmus und weist dementsprechend einen stossweisen Durchfluss auf. Dieses auffällige Verhalten ist auf ein Zuschlagen des Auslaufs zurückzuführen. Geschieht dieses Zuschlagen aus irgendeinem Grund, so entsteht ein Druckstoss, der die Drossel zusammenzieht, bis fast kein Wasser mehr durchfliesst. Dadurch reisst der Strahl ab, so dass sich die Drossel wieder öffnet und durch den begleitenden Schwall ein erneutes Zuschlagen erzeugt.

Bei den Versuchen wurden solche Pulsationen nur bei langen Schläuchen bemerkt. Die Drosseln mit eingestautem Auslauf waren dabei naturgemäss anfälliger als jene mit freiem. Die Pulsationen sind als schädlich zu beurteilen, weil

- sie einen stossweisen Ausfluss erzeugen
- den Gummi in starkem Masse beanspruchen

- den Schlauch aus seiner Halterung (Briden) lösen.

Lange Schläuche sind deshalb zu vermeiden (s. Abschnitt 4.2).

### 3.5 Wirbelbildung

Die Versuche zeigten bei fast allen Drosseltypen und Schlauchlängen einen Einlaufwirbel. Dieser trat bei mittleren Oberwasserspiegeln auf und war meist luftsaugend. Er störte jedoch weder den Abfluss noch die Drossel wesentlich. Sein Einfluss auf die Vibrationen und Pulsationen konnte aber nicht restlos geklärt werden.

### 3.6 Gestaltung des Einlaufs

Die untersuchten Drosseln wurden hinsichtlich der Zuflussbedingungen noch einer genaueren Prüfung unterzogen. Dabei zeigte es sich, dass der Abstand des Einlaufs vom Boden oder von der Wand praktisch keinen Einfluss auf die Funktionsweise der Drossel hat. Er beeinflusst aber selbstverständlich die Intensität des Einlaufwirbels (s. Abschnitt 3.5).

Auch der Einlaufquerschnitt wurde verändert. Er wurde insbesondere durch eine Einlauftrumpete hydrodynamisch etwas günstiger gestaltet. Dies brachte aber nur wenig, das heisst eine Abflusssteigerung von bloss 3 bis 4%.

Es kann deshalb empfohlen werden, den Einlauf so einfach wie möglich, also gemäss Abbildung 2 zu gestalten. Gerade in der Bewässerungstechnik treten die Feinverteilungsbauwerke ja in grosser Zahl auf und müssen deshalb so einfach und so billig wie möglich konstruiert werden.

### 3.7 Gestaltung der Drossel

Die Versuche wurden auch dazu benutzt, die Gestalt der Drossel zu verändern. So wurden verschiedene elastische Versteifungsrippen längs und quer auf den Schlauch geklebt oder feste Einbauten in denselben eingebracht. Dabei wurden zwei Ziele verfolgt:

- die Verminderung der Beseitigung der Instabilitäten, das heisst der Vibrationen und Pulsationen
- die Verbesserung der Abflusskurven im Sinne einer Begradiung und einer Umwandlung der negativen in eine positive Steigung.

Diese Ziele konnten auch weitgehend erreicht werden. Doch erwiesen sich die Vorteile gegenüber der Verkomplizierung des Systems als zu wenig attraktiv.

Für die hier betrachtete Anwendung der Schlauchdrossel in Bewässerungs kanälen kann deshalb die einfachste mögliche Form des Schlauches, nämlich die Zylinderform, empfohlen werden.

## 4. Die Bemessung

### 4.1 Definition des Nennabflusses

Um jeder Schlauchdrossel einen bestimmten Nennabfluss und Druckschwankungsbereich zuzuordnen, wurde die folgende Methode gewählt: Zuerst wurde die zugehörige Abflusskurve in Richtung der Abszisse um 6% reduziert, damit das Kriechen kompensiert wird (vgl. Abschnitt 3.3). Dann wurde der maximale Abfluss herausgegriffen und als 110prozentiger Nennabfluss definiert. Der Nennabfluss selbst liegt also um 1/11 unter dem maximalen Abfluss. Der minimale Abfluss wurde davon ausgehend als 90prozentiger Nennabfluss definiert. Er bestimmt, wie Abbildung 8 veranschaulicht, einen Druckschwankungsbereich, in welchem die Drossel eingesetzt werden kann, ohne dass ihr Nennabfluss um mehr als 10% unter- oder überschritten wird (s. Abschnitt 1).

Diese Methode bietet bei einer Abflusskurve gemäß Abbildung 8b keine Schwierigkeiten. Hingegen bedarf sie bei einer solchen gemäß Abbildung 8a einer kleinen Anpassung. Dort wird die übermäßig grosse Spitze des bei ansteigendem Oberwasserspiegel gemessenen Astes vernachlässigt, weil sie bei dauernder Beanspruchung der Drossel nicht in Erscheinung tritt.

Es sei aber nicht verschwiegen, dass diese Methode nicht ganz zu befriedigen vermag. Sie dient nur einer ersten Näherung.

### 4.2 Das Bemessungsdiagramm

In Abbildung 10 ist ein Diagramm wiedergegeben, in welchem sämtliche durch die Versuche belegten Nennabflüsse in Funktion der zugeordneten

freien Schlauchlänge aufgetragen sind. Interessanterweise liegen die Punkte für freien Ausfluss auf den selben Kurven wie jene für eingestaute Ausfluss. Im gleichen Diagramm ist auch die Grenzkurve eingetragen, die im Hinblick auf Pulsationen unbedingt zu beachten ist. Dieses Diagramm kann als Bemessungsdiagramm betrachtet werden. Es gibt bei vorgegebenem Nennabfluss (Bemessungsabfluss) die Sollänge des in Betracht kommenden Drosseltyps an. Allerdings überdeckt es nicht sämtliche möglichen Abflüsse, weil keine feinere Abstufung der Asbestzementrohrdurchmesser möglich ist. Die Lücken müssen durch Verwendung von anderen Gummiwandstärken, also beispielsweise von 1.5, 2.5, 3.5, 4.5 und 5.5 mm, geschlossen werden, doch sind solche zur Zeit nicht erhältlich.

Die Alternative besteht darin, die Lücken durch parallele Anordnung zweier oder mehrerer der untersuchten Drosseltypen zu schliessen.

### 4.3 Bemessungsbeispiel

**Beispiel 1:** Es soll eine Schlauchdrossel für einen Nennabfluss von 20 l/s gebaut werden. Welcher Typ soll gewählt werden? Wie gross soll dessen freie Schlauchlänge sein?

Aus dem Bemessungsdiagramm von Abbildung 10 ergibt sich unmittelbar die Schlauchlänge 122 mm für den Typ II und die Schlauchlänge 209 mm für den Typ III. Der entsprechende Spiegelschwankungsbereich für eine Abfluss-toleranz von 10% kann anhand der um 6% reduzierten Abflusskurven für die Drosseltypen II und III (hier aus Platzgründen nicht angegeben, siehe VAW 1980) abgeschätzt werden. Die minima-

le Spiegeldifferenz beträgt für den Typ II 21 cm und für den Typ III 12 cm. Dieses Beispiel zeigt einen der wenigen Fälle, wo sich im Bemessungsdiagramm zwei Möglichkeiten anbieten. Will man unter allen Umständen Pulsationen verhindern, wird man sich der kürzeren Variante, das heißt dem Typ II, zuwenden. Will man hingegen mit niedrigen Wasserspiegeldifferenzen arbeiten, ist der Typ III vorteilhafter.

**Beispiel 2:** Es soll ein Verteilbauwerk für 50 l/s gebaut werden. Welche Schlauchdrossel ist dafür zu wählen?

Im Bemessungsdiagramm herrscht bei der Ordinate 50 l/s eine Lücke. Falls man dennoch an den untersuchten Drosseltypen festhalten will, so kann man anstelle einer einzigen Drossel zwei parallele Drosseln von 25 l/s Nennabfluss einsetzen. Aus dem Diagramm lässt sich dann entnehmen, dass es sich dabei um zwei Drosseln vom Typ III mit einer freien Schlauchlänge von 188 mm handeln muss.

Dieses Beispiel lässt erkennen, dass der Anwendungsbereich der untersuchten Drosseltypen recht gross ist. Es soll aber nochmals betont werden, dass er durch die Versuche nur bis zu den in der Bewässerung normalerweise vorkommenden Spiegeldifferenzen zwischen Ober- und Unterwasser von 0,70 m belegt ist.

## 5. Einsatzmöglichkeiten

### 5.1 Einsatzort

Wie bereits erwähnt, wurde die Schlauchdrossel in erster Linie für den Einsatz in Verteilbauwerken von Bewässerungskanälen entwickelt. Sie vermag dort die Verteilmengen unabhängig von den jeweiligen Kanalspiegeln konstant zu halten, das heißt, sie wirkt dort als Modul. Doch könnte sie auch in Einlaufbauwerken von Fluss- und Bachwasserfassungen sowie in Auslaufbauwerken von Speicherbecken eingebaut werden, um dort Durchflussschwankungen auszuschalten.

Selbstverständlich liesse sich die Schlauchdrossel auch außerhalb der Bewässerungstechnik einsetzen, beispielsweise als selbsttägiges Auslassorgan bei Regen- oder Hochwasserrückhaltebecken. Entsprechende Untersuchungen sind bereits im Gang und sollen Gegenstand weiterer Publikationen werden. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass sich die Schlauchdrossel von ihrem Prinzip her vor allem für relativ kleine Durchflüsse und Wasserspiegeldifferenzen eignet. Bei Überschreitung gewisser, noch näher abzuklärender Grenzwerte dürfte sie versagen oder zumindest gegenüber konventionellen Regulierorganen unwirtschaftlich werden.

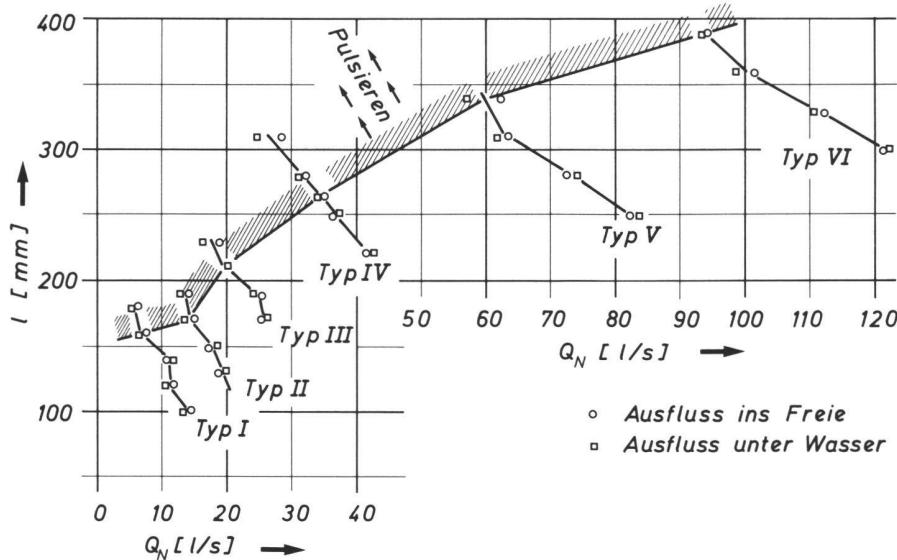


Abb.10 Bemessungsdiagramm für die Schlauchdrossel. Typ und freie Länge  $l$  in Funktion des Nennabflusses  $Q_N$

## 5.2 Einbauweise

Die Bemessung der Schlauchdrossel wurde bereits in Abschnitt 4 behandelt. Doch bleibt noch darauf hinzuweisen, dass es in vielen Fällen zweckmäßig ist, zwei oder mehr Schlauchdrosseln parallel einzusetzen. Damit lassen sich nicht nur Lücken im Bemessungsdiagramm füllen, sondern Anpassungen der Durchflüsse an verschiedene Bewässerungsperioden vornehmen.

wählte sie ein vorhandenes Bewässerungsnetz des Perimeters Eyadama in Mango, Togo.

Die verwendeten Schlauchdrosseln wiesen einen Bemessungsdurchfluss von 40 l/s auf. Die Schläuche dazu wurden vom verantwortlichen Ingenieur aus der Schweiz im Reisekoffer vor Ort gebracht (was die Einfachheit des Systems augenfällig macht) und dort in bestehenden Verteilbauwerken instal-

beeinträchtigt. Der Gummi blieb von Tierfrass verschont.

- Die leichte Vibration der Schläuche verhinderte störende Ablagerungen. Eine Pulsation trat nicht auf.

## Zusammenfassung

Mit der Schlauchdrossel steht ein neuer Modul für Bewässerungsanäle zur Verfügung, der unter gewissen Bedingungen als Alternative zu bestehenden Regulierorganen verwendet werden kann. Er besticht durch seine Einfachheit, die sich in niedrigen Anschaffungs- und Einbaukosten niederschlägt.

Der vorliegende Artikel erklärt das Funktionsprinzip dieser Schlauchdrossel und beschreibt die mit einer Reihe von Prototypen durchgeführten Laboratoriumsversuche. Er weist auf einige spezifische Probleme hin, wie etwa auf die dem Gummischlauch eigenen Hysteresis- und Kriecheffekte oder auf die Vibrations- und Pulsationserscheinungen. Dann mündet er in ein Bemessungsverfahren aus, das sich im wesentlichen auf ein einziges, leicht überblickbares Bemessungsdiagramm stützt. Schliesslich behandelt er einige Fragen des Einsatzes im Felde.

Damit soll aber nicht der Eindruck erweckt werden, dass die mit der Anwendung der Schlauchdrossel verbundenen Probleme schon alle gelöst wären. Wie bei jeder Neuentwicklung gibt es noch einige offene Fragen zu klären. Immerhin standen einige Schlauchdrosseln mehr als zwei Jahre im praktischen Einsatz in einer Tropenregion Afrikas, wo sie zufriedenstellend arbeiteten. Doch sollten noch mehr Versuche sowohl im Laboratorium als auch im Felde durchgeführt und weitere Erfahrungen gesammelt werden. Vielleicht lässt sich einer der Leser dafür begeistern?

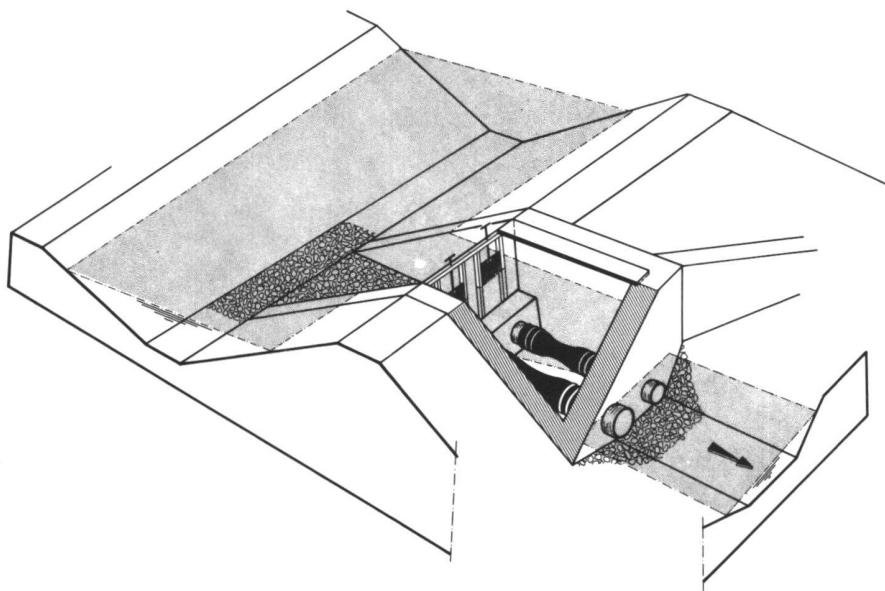


Abb. 11 Konstruktionsvorschlag für ein Verteilbauwerk mit zwei Schlauchdrosseln

Abbildung 11 zeigt schematisch ein Verteilbauwerk an einem Primärkanal mit zwei unterschiedlichen Schlauchdrosseln. Dieses Bauwerk erlaubt also die Beschickung des Sekundärkanals mit drei verschiedenen grossen Abflüssen. Es besteht im wesentlichen aus einem in der Böschung des Primärkanals eingelassenen Schacht, der die beiden Schlauchdrosseln und zwei Notverschlüsse enthält. Damit die Schlauchdrosseln richtig arbeiten, muss der Schachtwasserspiegel ständig mit dem Primärkanalspiegel kommunizieren.

Der Schacht selbst kann aus Beton oder Mauerwerk erstellt werden. Als Schachtdeckel empfiehlt sich eine Bretterlage, um den Schlauch vor äusseren Einflüssen, wie zum Beispiel der Neugier der Kinder, zu schützen.

## 5.3 Feldversuche

Von 1980 bis 1982 führte die Universal Ingenieurunternehmung AG Feldversuche durch, um die Tauglichkeit der Schlauchdrossel unter tropischen Verhältnissen zu prüfen. Als Versuchsfeld

liert. Abbildung 12 vermittelt einen Eindruck von den entsprechenden Anlagen und Arbeiten. Die dabei gemachten Erfahrungen dürfen als sehr ermutigend bezeichnet werden und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Einbau der Schlauchdrosseln war sehr einfach und liess sich von einheimischen Fachkräften leicht bewältigen. Die Kosten der Anlagen waren gering.
- Die Funktion der Drosseln wurde durch das tropische Klima nicht

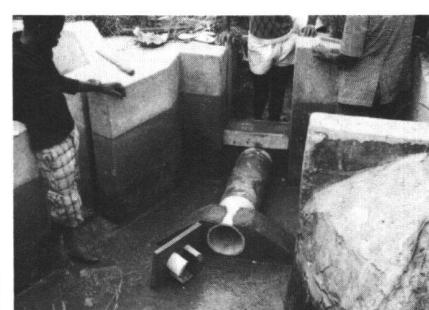


Abb. 12 Einbau des Typs IV in einer bestehenden Bewässerungsanlage in Togo, Afrika

## Literatur:

Vischer D., 1979: Die selbstaufende Schlauchdrossel zur Gewährleistung konstanter Bekkenausflüsse. Zeitschrift Wasserwirtschaft, 69 Jg., Heft 12, Franckh, Stuttgart

VAW, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, 1980:

Hydraulische Rohrdrossel. Bericht Nr. 766 zu

Handbuch der Universal Ingenieurunternehmung AG, Basel (nicht veröffentlicht).

Universal Ingenieurunternehmung AG, Basel,

1982: The automatic throttle hose, an irrigation outlet with near constant discharge.

Prospekt.

## Adresse der Verfasser:

Prof. Dr. D. Vischer  
Versuchsanstalt für Wasserbau  
Hydrologie und Glaziologie der ETH  
CH-8092 Zürich

Dipl. Kulturing. ETH P. Peter  
Universal Ingenieurunternehmung AG  
Postfach  
CH-4010 Basel