

Zeitschrift:	Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schiffahrt
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	12 (1919-1920)
Heft:	17-18
Artikel:	Bemerkungen zur Anordnung einer Wasserfassung mit Tagesausgleich bei Hochdruckanlagen
Autor:	Büchi, J.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-920666

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: 29.12.2025

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

Trainierröhren, auf der oberen Seite Einlauflöcher besitzen. Durch diese soll das Wasser in die Rohre und in den Werkskanal gelangen. Das Eis soll über die Rohre hinweggehen.

Eine Reihe meist kleinerer Wasserwerke ver-eisen im Winter, für einige Monate, vollständig.

Bei kleinen und mittelgrossen Werken werden in den U. S. A. und in Canada sehr oft Druckklei-tungen und Steigrohre in Holz ausgeführt. Es hat sich hiefür, besonders in den Weststaaten, eine eigene grosse Industrie entwickelt. Der Reibungs-verlust im Holzröhren ist zwar grösser, als in Eisenbetonrohren, aber kleiner als in genieteten Eisenrohren.

Die höchste in den U. S. A. angewendete Spannung zum Transport von elektrischer Energie be-trägt 150,000 V., in Canada 110,000 V.

(Fortsetzung folgt.)



Bemerkungen zur Anordnung einer Wasserfassung mit Tagesausgleich bei Hochdruckanlagen.

Von J. Büchi, berat. Ingenieur, Zürich.

Die nachfolgenden Ausführungen behandeln das Problem der Wasserfassung für Hochdruckwerke an Flüssen im Gebirge und zwar den Fall, wo gleichzeitig mit der Fassung des Wassers im Gewässer selbst durch Aufstauung ein Reservoir für Tagesausgleich geschaffen wird. Es handelt sich also nicht um den Fall, wo etwa ver-mittelst einer grossen Staumauer ein Reservoir gebildet wird.

Die Untersuchung befasst sich auch ausdrücklich nicht mit dem Fall, wo das Tagesausgleichsreservoir neben dem Fluss in einer von ihm unabhängigen Vertiefung angelegt wird, sei es am Beginn oder am Ende des Kanals.

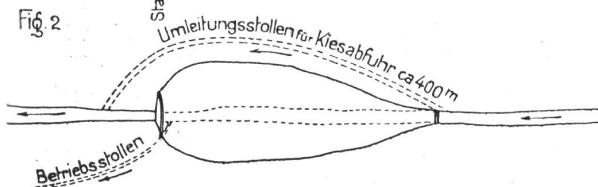
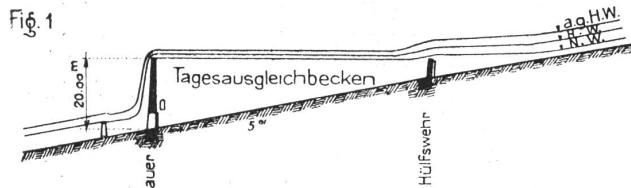
Im weitern ist vorausgesetzt, dass der Fluss bei mittleren oder höheren Wasserständen Ge-schiebe und Sand führt und dass diese höheren Wasserstände mehrere Monate lang im Sommer andauern, wie dies bei Flüssen im Gebirge die Regel ist. Endlich ist vorausgesetzt, dass von der Sommerwassermenge nur ein Teil für das Wasserkraftwerk benötigt wird, d. h. soviel, dass in der Regel während mehrerer Sommermonate ein Ueberschuss an Wasser besteht, auch wenn der Ueberschuss zeitweise nur gering ist. Diese Ver-hältnisse finden sich sehr oft als Grundlage für Projektierung an unsren Gebirgsgewässern, und sie können Lösungen finden, die grundsätzlich von einander verschieden sind.

Neben der Forderung eines sicheren Betriebes und der selbstverständlichen Forderung, dass die Anlage möglichst ökonomisch gebaut werde, be-

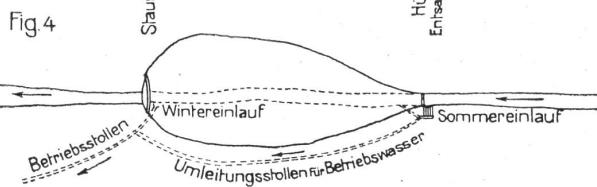
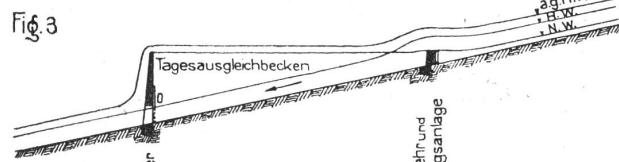
steht das Problem darin, das Geschiebe und den Sand am Eintritt in den Betriebskanal zu ver-hindern. Da man das Reservoir zum Ausgleich der Tagesschwankungen benötigt, so liegt der Wunsch nahe, es auch zur Klärung des Wassers von Sand und eventuell für die Geschiebeabsetzung zu benützen.

Es ergeben sich nun zwei prinzipiell verschie-dene Lösungen.

Die erste Lösung ist durch die Figuren 1 und 2 schematisch gekennzeichnet. Der Fluss wird durch ein ziemlich hohes Wehr oder durch eine Staumauer aufgestaut, so dass oberhalb des-selben das Tagesausgleichsreservoir gebildet wird. Die Fassung des Stollens erfolgt neben dem Wehr in möglichst tiefer Lage, immerhin so hoch, dass Geschiebe nicht eindringen kann. Der Stollenanfang steht also unter dem Ueberdruck des Wassers im Reservoir, wobei der Wasserspiegel im Betrieb möglichst hoch liegen wird, während er vorübergehend, eben bei Ausgleich der Tages-schwankungen zu Zeiten von niedrigen Wasser-ständen, bis in die Nähe des Stolleneingangs ab-sinken kann. Etwa am oberen Ende des Stautees wird nun ein Hilfswehr erstellt, durch welches ein Teil des überschüssigen Sommerwassers nach einem besonderen Umlaufstollen abgelenkt wird, welcher Umlaufstollen das Wasser um den Stautee herum wieder in den Fluss zurückführt. Die Wirkung dieses Hilfswehrs und des Umleitungs-stollens ist so gedacht, dass das in dem letztern zum Abfluss gelangende Wasser das tiefer fliessende Geschiebe des Flusses samt dem groben Sand mit sich führt, so dass dann die Geschiebe nicht in das Tagesausgleichsreservoir eindringen können. Dadurch wird einerseits die durch das Reservoir fliessende Wassermenge reduziert und damit auch dessen Fliessgeschwindigkeit, der darin noch enthaltene Sand wird sich entspre-chend rascher und vollständiger absetzen können. Andererseits soll durch die Umleitung des eigent-lichen Geschiebes und durch die Umleitung des Grossteils des Sommerwassers eine zu rasche Auf-füllung des Ausgleichsreservoirs mit Geschiebe und Sand an sich verhindert werden. Würde man diese Geschiebe nicht ableiten, so würde sich das verhältnismässig kleine Tagesausgleichs-reservoir sehr rasch anfüllen und es würde dann seine Wirkung als Klärbassin verlieren. Auch wäre dann natürlich die Reinigung oder Aus-spülung dieses Tagesausgleichsweihers ohne unangenehme Einschränkung des Betriebes schwie-rig. — Bei dieser Lösung steht somit das durch Aufstau gebildete Ausgleichsreservoir im Winter und im Sommer in Betrieb und zwar ist es im Sommer praktisch beständig annähernd voll Wasser.



Lösung 1. Anordnung einer Wasserfassung mit Tagesausgleich bei Hochdruckanlagen. Maßstab 1 : 8000/2000.



Lösung 2. Anordnung einer Wasserfassung mit Tagesausgleich bei Hochdruckanlagen. Maßstab 1 : 8000/2000.

Bei der zweiten Lösung wird wiederum der Fluss durch ein Staumauer ganz analog wie bei der ersten Lösung aufgestaut, so dass ein Tagesausgleichsreservoir geschaffen wird, das im Winter genau gleich wirkt wie in der Lösung 1. Dagegen wird bei der Lösung 2 das Wasser im Sommer nicht mehr aufgestaut, sondern es durchfliesst im natürlichen Zustand das Flussbett und strömt durch den Grundablass der Staumauer weiter. Am oberen Ende des Ausgleichsreservoirs ist wiederum ein Hülfswehr angebracht. Neben diesem Hülfswehr ist eine künstliche Entsandungsanlage angelegt, und das gereinigte Wasser wird daran durch einen Umleitungsstollen in den Hauptstollen eingeleitet. Der ausgeschiedene Sand wird durch den kurzen Sandablassstollen in das Flussbett unterhalb des Hülfswehrs zurückgeführt und dort weitergeschwemmt. Die Winterfassung beim Staumauer wird im Sommer natürlich geschlossen. Die Entsandungsanlage sollte hiebei so gross gemacht werden, dass sie die normale Betriebswassermenge im Sommer in genügender Weise entsanden kann. Bei dieser zweiten Lösung wird also das durch Aufstau gebildete Reservoir nur im Winter benutzt, während im Sommer die Fassung an das obere Ende des Reservoirs verlegt ist.

Welches sind nun die Vor- und Nachteile der beiden Lösungen? Es seien hiebei nur die wesentlichen Vor- und Nachteile untersucht, soweit dies bei einer generellen Untersuchung möglich ist.

Die Lösung 1 mit Umleitung der Hochwasser durch den Stollen hat den Vorteil, dass das Wasser im Tagesausgleichsreservoir im Sommer sehr gut gereinigt werden kann. Dies trifft allerdings nur dann ein, wenn ein grosser Teil der Hochwasser durch den Umleitungsstollen abgeleitet wird. Sodann muss der Grundablass beim Wehr mit verhältnismässig kleinen Dimensionen ausgeführt werden, da er nur eine bescheidene

Wassermenge zu bewältigen hat. — Diesen Vorteilen stehen aber Nachteile gegenüber. Die Reinigung des Stausees vom abgesetzten Sand und vom Schlamm wird nicht so einfach sein, und sie wird, wenn man nicht zum Baggern greifen will, nur bei Unterbrechung des Betriebes während einigermassen guter Wasserstände erfolgen können. Lässt man die Grundablassschüttze beim Staumauer geschlossen, so wird sich dort der Schlamm und Sand ablagnern und allmäthlich auf die Höhe des Einlaufs anwachsen und in den Stollen eindringen. Um dies zu verhindern, wird man die Schüttze, die alsdann dicht neben dem Einlauf liegen müsste, periodisch oder kontinuierlich während des Sommers einigermassen offen halten müssen. Die Abnutzung der Schüttze und ihrer Umgebung durch das Austreten des Strahls unter hohem Druck wird eine erhebliche sein, insbesonders, da dieses Wasser eben einen Teil des Sandes und Kieses wegschwemmen muss. — Die grösste Schwierigkeit liegt aber in der Umleitung des Kieses durch den Umleitungsstollen. Wenn man durch diesen Umleitungsstollen den grössten Teil der gewöhnlichen Hochwasser oder der mittleren Sommerwassermenge abführen will, dann erhält dieser Umleitungsstollen erhebliche Dimensionen. Auch das Hilfswehr muss dann so ausgearbeitet sein, dass es in der Tat diesen Grossteil der Wassermenge in den Umlaufstollen hineinzwingen kann. Der Umlaufstollen wird diese grosse Wassermenge dadurch bewältigen können, dass er entweder mit grossem Gefälle und mässigem Querprofil angelegt wird, oder aber, dass er mit grossem Querprofil und mässigem Gefälle ausgeführt wird, wobei sich dann am unteren Ende ein Absturz anschliessen muss. Im ersten Falle wird die Anlage des Stollens etwas billiger sein; dafür ist aber bei der ausserordentlich grossen Fliessgeschwindigkeit, die zu erwarten steht, eine ausserordentlich rasche Abnutzung der Sohle unausbleiblich. Wenn man bedenkt, dass bei den na-

türlichen Gewässern im Gebirge für Hochwasser in dem unregelmässigen Flussprofil die Geschwindigkeiten etwa in der Grössenordnung von 3 m pro Sekunde liegen, dann kann man verstehen, dass bei künstlichen Gerinnen des Umleitungsstollens, der dasselbe Gefälle aufweist, die Geschwindigkeit das Mehrfache von 3 Sekundenmeter sein muss. Sie wird also etwa in die Grössenordnung von 5- bis 10 Sekundenmeter hineinkommen. Die Abnützungen bei diesen Geschwindigkeiten sind erfahrungsgemäss ganz bedeutende und alljährliche kostspielige Reparaturen der Sohle und relativ rasch wiederkehrende Auswechslungen des Sohlenschutzes im Stollen sind nicht zu umgehen. — Führt man dagegen den Umleitungsstollen mit kleinen Gefälle aus, so dass die Geschwindigkeit nicht mehr als vielleicht 3 Sekundenmeter beträgt, dann erreicht man zwar eine geringere Abnützung, aber dafür ganz bedeutende Querschnitte des Umleitungsstollens. In diesem Falle wachsen die Anlagekosten des Umleitungsstollens ganz bedeutend und zudem muss am untern Ende des Stollens das ersparte Gefälle in einem Absturz aufgezehrt werden. Wenn die Felsverhältnisse dort günstig sind, so wird dieser Absturz sehr billig sein, im andern Fall wird er wiederum bedeutende Anlage- und Unterhaltungskosten verursachen. — Wenn man nun etwa diesen Umleitungsstollen nur so gross machen will, dass er nur einen kleinen Teil der gewöhnlichen Sommerwasser oder der mittleren Hochwasser bewältigt, während der grössere Teil dieser Wassermengen durch den Stausee fliessen muss, dann besteht die Gefahr, dass der Stausee sehr rasch aufgefüllt wird. Einerseits wird diese grössere Wassermenge im Stausee entsprechend mehr Sand und Schlamm ablagern; denn es kann praktisch nicht die Rede davon sein, dass man den Sand beim Hilfswehr ausscheiden kann, wenn etwa beispielsweise die Hälfte des Sommerwassers in das Bassin einfließt. Die Geschwindigkeiten, die dort eintreten, sind dann eben so gross, dass der Sand ganz einfach mit der Wassermenge über das Hilfswehr in den Stausee eindringt. Rechnet man die Verhältnisse durch, so wird man finden, dass alsdann der Tagesausgleichsweiher in verhältnismässig kurzer Zeit zum erheblichen Teil mit Sand angefüllt wird. Ist diese Auffüllung einmal eingetreten, dann tritt der Sand auch in den Stollen ein. Wenn man ferner nur einen geringen Teil der Hochwassermenge durch den Umleitungsstollen ableitet, dann ist es sehr schwierig, die Einrichtungen beim Hilfswehr so zu treffen, dass mit dieser geringen Menge des Umleitungswassers auch wirklich der Schotter abgeführt wird. Es braucht dann einen eigentlichen Kiesfang quer über den Fluss und ganz bedeutende Kosten und

Schwierigkeiten der Fassung sind die Folge. Die Abnützung im Umleitungsstollen wird bei der alsdann konzentrierten Geschiebeführung auch wieder eine entsprechend stärkere werden. Jedenfalls aber ist bei dieser Lösung nicht zu vermeiden, dass mit dem Grossteil des Hochwassers auch der Grossteil des Sandes und zwar des groben Sandes bis gelegentlich zu kleinen Kiesstücken hinauf in das Ausgleichsbassin dringt. Es wäre in entsprechend kurzer Zeit soweit aufgefüllt, dass seine Wirkung als Kläranlage ganz oder teilweise illusorisch wird und dass alsdann Schwierigkeiten an der Eintrittsstelle des Betriebsstollens entstehen.

Die zweite Lösung mit Entsandungsanlage am oberen Ende des Ausgleichsreservoirs und Umleitungsstollen der Betriebswasser hat allgemein den Vorteil, dass überhaupt zwei getrennte Fassungen vorhanden sind, so dass bei irgendwelchen Störungen an der einen oder andern Fassung der Betrieb doch aufrecht erhalten werden kann, wenn auch mit etwelchen Unannehmlichkeiten bezüglich der Reinigung des Wassers für diesen vorübergehenden Zustand zu rechnen ist. — Der Hauptvorteil dieser Lösung liegt aber darin, dass der kostspielige Geschiebeumleitungsstollen wegfällt und damit auch dessen Abnützung. Der Umleitungsstollen für das Betriebswasser führt ja nur gereinigtes Wasser und nur mit einer Geschwindigkeit, die derjenigen des Hauptstollens gleichkommt. Er wird also pro laufenden Meter nicht mehr kosten, als der normale Betriebsstollen und auch keinen grössern Unterhalt bedingen. Das Geschiebe des Flusses aber fliest mit dem Sommer- resp. Hochwasser nach wie vor in dem von Natur aus hiefür geschaffenen Flussbett weiter und bedingt keine besondern Abnützungen und Unterhaltungskosten. Die Reinigung des Wassers kann in der künstlichen Entsandungsanlage vor dem Hilfswehr durch entsprechenden Ausbau so weit getrieben werden, wie es der Betrieb erfordert, wie die Erfahrung lehrt.

Da das Wasser des Betriebsstollens durch die Entsandungsanlage hindurch mit dem Flusswasserstand in Verbindung steht, so hat die Entsandungsanlage stets nur die wirkliche momentane Betriebswassermenge zu entsanden und die Entsandung ist demnach bei reduzierten Leistungen eine noch weitergehende, als sie dies für die maximale Belastung ist. Man wird mit der Entsandung übrigens nur so weit gehen, als es die Rücksicht auf die Abnützung der Turbinen und eventuell der Kanäle bedingt, ein Problem, das heutzutage als gelöst betrachtet werden kann. — Der Nachteil dieser Lösung besteht in den Kosten der Entsandungsanlage. Ein Nachteil könnte ferner darin gefunden werden, dass bei dieser Lösung ein

Tagesausgleich für abnormal tiefe Wasserstände im Sommer nicht vorhanden ist. Hiezu ist zu bemerken, dass das Wasser ja nur bei höheren Wasserständen trübe und sandhaltig ist. Sinkt daher der Wasserstand während der Sommermonate ausnahmsweise tief und unter die maximale Betriebswassermenge, so wird man einfach die Grundschiüte bei der Staumauer schliessen und das Tagesausgleichsbecken in Funktion setzen. Der Nachteil ist also praktisch kaum vorhanden.

Um die Vor- und Nachteile der beiden Lösungen zahlenmäßig zu beleuchten, ist das durch die Figur 1—4 dargestellte generelle Schema durchgerechnet worden, und zwar sowohl für die Lösungen 1 und 2. Hierbei wurden folgende Annahmen gemacht:

minimale Wassermenge = 3 m³/sek.
 maximale Betriebswassermenge = Stollenkapazität = 15 m³/sek.
 mittl. Sommerwassermenge = 30 m³/sek.
 gewöhnl. Sommerhochwasser = 100 m³/sek.
 a. g. Hochwasser = 200 m³/sek.

Dann ergeben sich etwa folgende Kosten (Vorkriegspreise):

A. Lösung 1 mit Umleitungsstollen für Geschiebe-Hochwasser.

1. Anlagekosten:

2. Betriebskosten pro Jahr:

- | | | |
|--|---------------------|--------------|
| a) Zins | 5 % von 710,000 Fr. | 35,500.— Fr. |
| b) Allgemeiner Unterhalt und Amortisation 3 % v. 710,000 Fr. | | 21,300.— „ |
| c) Extraunterhalt der Sohle des Geschiebeumleitungsstollens | | |
| 400 x 5 = 2000 m ² à 4 Fr. . . . | | 8,000.— „ |
| | Total | 64,000.— Fr. |

B. Lösung 2 mit Entsandungsanlage und Umleitungsstollen für Reinwasser.

1. Anlagekosten:

- | | | |
|----|--|---------------------|
| 1. | Staumauer mit Grundablass und Überlauf für 200 m ³ /sek. | ca. 280,000.— Fr. |
| 2. | Hilfswehr für Einlauf in Entsandungsanlage | ca. 50,000.— „ |
| 3. | Entsandungsanlage für 15 m ³ /sek. | ca. 60,000.— „ |
| 4. | Umleitungsstollen für Reinwasser, F = 5 m ² 400 m à 300 Fr. | 120,000.— „ |
| 5. | Reinwassereinlauf bei der Staumauer und Diverses | 60,000.— „ |
| | | Total 570,000.— Fr. |

2. Betriebskosten pro Jahr:

- | | |
|---|------------------|
| a) Zins 5 % von 570,000 Fr. | 28,500.— Fr. |
| b) Allgemeiner Unterhalt und Amortisation, 3 % v. 570,000 Fr. | 17,100.— „ |
| c) Extrabedienung der Entsan-
dungsanlage | 1,400.— „ |
| | Total 47,000 Fr. |

Daraus ist ersichtlich, dass die Lösung 2 mit separater Entsandungsanlage und Reinwasserumleitungsstollen schon in den Anlagekosten etwas billiger ist, als die Lösung 1 und dass die jährlichen Betriebskosten inkl. Zins und Amortisation der Lösung 2 nur etwa zwei Drittel derjenigen der Lösung 1 betragen. Die jährliche Ersparnis von ca. 18,000 Fr. würde mit 5 % kapitalisiert auf Grund der Vorkriegspreise etwa einer Ersparnis von 360,000 Fr. entsprechen, auf Grund der heutigen Preise etwa das $2\frac{1}{2}$ fache.

Die Zahlen sind natürlich nur angenäherte, da ihnen kein konkreter Fall zu Grunde liegt. Aber da ja die Staumauer, das Hilfswehr und der Reinwassereinlauf bei der Staumauer für beide Lösungen etwa von ähnlichen Dimensionen und Kosten sind, liegt der Unterschied zur Hauptsache in dem Vergleich der Anlage- und Betriebskosten des grossen Umleitungsstollens einerseits und des Reinwasserumleitungsstollens mit Entsandungsanlage andererseits. Die Untersuchung samt Kostenvergleich dürfte zum mindesten zeigen, dass in jedem Fall eine eingehende Untersuchung angezeigt ist. Ich halte dafür, dass dieselbe in den meisten Fällen zugunsten der separaten Entsandung mit Reinwasserumleitungsstollen ausfallen wird, nachdem es in den letzten Jahren möglich geworden ist, die künstlichen Entsandungsanlagen zu durchaus gut und zuverlässig wirkenden Elementen des Wasserkraftbaues auszubilden.