

# Bemerkungen zur Anordnung einer Wasserfassung mit Tagesausgleich bei Hochdruckanlagen

Autor(en): **Büchi, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Wasserwirtschaft : Zeitschrift für Wasserrecht, Wasserbautechnik, Wasserkraftnutzung, Schifffahrt**

Band (Jahr): **12 (1919-1920)**

Heft 17-18

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-920666>

## **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.

Trainnerröhren, auf der obern 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 Druckleitungen und Steigrohre in Holz ausgeführt. Es hat sich hiefür, besonders in den Weststaaten, eine eigene grosse Industrie entwickelt. Der Reibungsverlust in Holzzöhrn 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 beträgt 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 vermittelt 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.

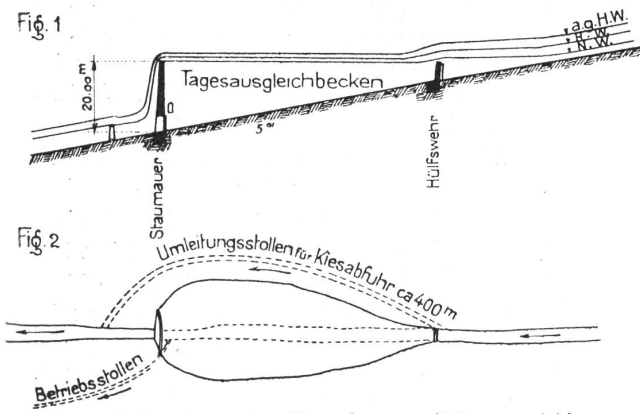
Im weitem ist vorausgesetzt, dass der Fluss bei mittleren oder höheren Wasserständen Geschiebe und Sand führt und dass diese höheren Wasserstände mehrere Monate lang im Sommer andauern, wie dies bei Flüssen im Gebirge die Regel ist. Endlich ist vorausgesetzt, dass von der Sommerwassermenge nur ein Teil 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 Verhältnisse finden sich sehr oft als Grundlage für Projektierung an unsern Gebirgsgewässern, und sie können Lösungen finden, die grundsätzlich von einander verschieden sind.

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

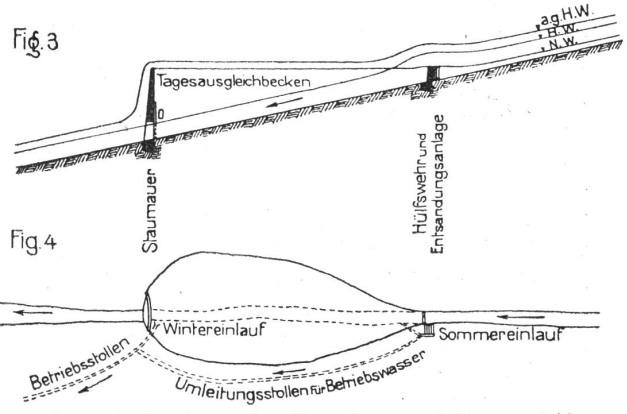
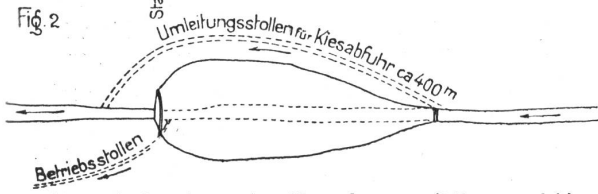
steht das Problem darin, das Geschiebe und den Sand am Eintritt in den Betriebskanal zu verhindern. Da man das Reservoir zum Ausgleich der Tagesschwankungen benötigt, so liegt der Wunsch nahe, es auch zur Klärung des Wassers von Sand und eventuell für die Geschiebeabsetzung zu benützen.

Es ergeben sich nun zwei prinzipiell verschiedene Lösungen.

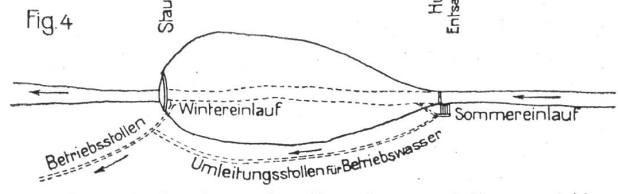
Die erste Lösung ist durch die Figuren 1 und 2 schematisch gekennzeichnet. Der Fluss wird durch ein ziemlich hohes Wehr oder durch eine Staumauer aufgestaut, so dass oberhalb desselben das Tagesausgleichsreservoir gebildet wird. Die Fassung des Stollens erfolgt neben dem Wehr in möglichst tiefer Lage, 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 Tagesschwankungen zu Zeiten von niedrigen Wasserständen, bis in die Nähe des Stolleneingangs absinken kann. Etwa am obern Ende des Stausees wird nun ein Hilfswehr erstellt, durch welches ein Teil des überschüssigen Sommerwassers nach einem besonderen Umlaufstollen abgelenkt wird, welcher Umlaufstollen das Wasser um den Stausee herum wieder in den Fluss zurückführt. Die Wirkung dieses Hilfswehrs und des Umleitungsstollens 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 entsprechend rascher und vollständiger absetzen können. Andererseits soll durch die Umleitung des eigentlichen Geschiebes und durch die Umleitung des Grossteils des Sommerwassers eine zu rasche Auffüllung des Ausgleichsreservoirs mit Geschiebe und Sand an sich verhindert werden. Würde man diese Geschiebe nicht ableiten, so würde sich das verhältnismässig kleine Tagesausgleichsreservoir sehr rasch anfüllen und es würde dann seine Wirkung als Klärbassin verlieren. Auch wäre dann natürlich die Reinigung oder Ausspülung dieses Tagesausgleichswehres ohne unangenehme Einschränkung des Betriebes schwierig. — 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 Stauwehr oder durch eine 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. An obern Ende des Ausgleichsreservoirs ist wiederum ein Hilfswehr angebracht. Neben diesem Hilfswehr ist eine künstliche Entsandungsanlage angelegt, und das gereinigte Wasser wird daraus durch einen Umleitungsstollen in den Hauptstollen eingeleitet. Der ausgeschiedene Sand wird durch den kurzen Sandablassstollen in das Flussbett unterhalb des Hilfswehrs zurückgeführt und dort weitergeschwemmt. Die Winterfassung beim Stauwehr wird im Sommer natürlich geschlossen. Die Entsandungsanlage sollte hierbei 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 benützt, 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 Grundablassschütze beim Stauwehr geschlossen, so wird sich dort der Schlamm und Sand ablagern und allmählich auf die Höhe des Einlaufs anwachsen und in den Stollen eindringen. Um dies zu verhindern, wird man die Schütze, die alsdann dicht neben dem Einlauf liegen müsste, periodisch oder kontinuierlich während des Sommers einigermaßen offen halten müssen. Die Abnutzung der Schütze und ihrer Umgebung durch das Austreten des Strahls unter hohem Druck wird eine erhebliche sein, insbesondere, 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 grösseren 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 hinein-zwingen 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 erstern 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 Abnutzung, 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 Abnutzung im Umleitungsstollen wird bei der alsdann konzentrierten Geschiebeführung auch wieder eine entsprechend stärkere werden. Jedemfalls 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 obern 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 Abnutzung. 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 fliesst 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 Abnutzung 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. Hierzu ist zu bemerken, dass das Wasser ja nur bei höhern Wasserständen trübe und sandhaltig ist. Sinkt daher der Wasserstand während der Sommermonate ausnahmsweise tief und unter die maximale Betriebswassermenge, so wird man einfach die Grundschiute 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 m<sup>3</sup>/sek.
- maximale Betriebswassermenge = Stollenkapazität = 15 m<sup>3</sup>/sek.
- mittl. Sommerwassermenge = 30 m<sup>3</sup>/sek.
- gewöhnl. Sommerhochwasser = 100 m<sup>3</sup>/sek.
- a. g. Hochwasser = 200 m<sup>3</sup>/sek.

Dann ergeben sich etwa folgende Kosten (Vorkriegspreise):

**A. Lösung 1 mit Umleitungsstollen für Geschiebe-Hochwasser.**

1. Anlagekosten:

- 1. Staumauer mit Grundschiute und Ueberlauf für ca. 100 m<sup>3</sup>/sek.  
ca. . . . . 250,000.—Fr.
  - 2. Hilfswehr (Grundwehr) und Einlauf in den Umleitungsstollen . . . . . 50,000.— „
  - 3. Geschiebeumleitungsstollen mit Pflasterung für 100 m<sup>3</sup>/sek.  
v = ca. 10 m/sek.  
F = ca. 13 m<sup>2</sup>  
L = 400 m à ca. 900 Fr. 360,000.— „
  - 4. Reinwassereinlauf und Diverses 50,000.— „
- Total 710,000.—Fr.

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<sup>2</sup> 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<sup>3</sup>/sek. ca. 280,000.—Fr.
  - 2. Hilfswehr für Einlauf in Entsandungsanlage ca. 50,000.— „
  - 3. Entsandungsanlage für 15 m<sup>3</sup>/sek. ca. 60,000.— „
  - 4. Umleitungsstollen für Reinwasser, F = 5 m<sup>2</sup> 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) Extrabediienung der Entsandungsanlage . . . . . 1,400.— „
- Total 47,000Fr.

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 2½fache.

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,

