

---

## **Inhalt**

<b>Teil A</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>3</b>
<b>Teil B</b>	<b>Angaben zum Projekt.....</b>	<b>9</b>
<b>Teil C</b>	<b>Mögliche Massnahmen zur Schwallreduktion und deren Auswirkungen.....</b>	<b>15</b>
<b>Teil D</b>	<b>Mögliche Massnahmen zur Minderung von Hochwasserspitzen.....</b>	<b>67</b>
<b>Teil E</b>	<b>Rechtliche Möglichkeiten zum Eingriff in bestehende Wasserrechte.....</b>	<b>87</b>
<b>Anhang:</b>	<b>Ökologische Anforderungsprofile.....</b>	<b>93</b>



## **Teil A: Zusammenfassung**

## Inhaltsverzeichnis Teil A

1	Einleitung.....	5
2	Mögliche Massnahmen und deren Auswirkungen zur Schwallreduktion.....	5
3	Mögliche Massnahmen zur Minderung von Hochwasserspitzen.....	6
4	Rechtliche Möglichkeiten zum Eingriff in bestehende Wasserrechts .....	6

## 1 Einleitung

Die Studie Schwallreduktion und Hochwasserspitzenminderung im Alpenrhein befasst sich mit zwei Aspekten, welche für die Ausarbeitung eines Entwicklungskonzepts für den Alpenrhein eine wesentliche Rolle spielen. Im ersten Teil geht es darum, abzuklären, welche rechtlichen, finanziellen und energiewirtschaftlichen Auswirkungen allfällige Massnahmen für eine Abminderung der von den Kraftwerken erzeugten Schwallspitzen, respektive eine Erhöhung der Mindestabflüsse in den Wintermonaten zur Folge hätten. In einem zweiten Teil wird der Einfluss der bestehenden Speicherbecken der Kraftwerke auf den Hochwasserrückhalt und Möglichkeiten zu dessen verstärkter Nutzung dargestellt. Ein dritter Teil beschreibt die rechtlichen Grundlagen, welche in den drei Ländern Vorarlberg, Fürstentum Liechtenstein und Schweiz zu beachten sind, wenn bestehende Wasserrechtsverleihungen eingeschränkt werden sollen. Die Untersuchungen beziehen sich hauptsächlich auf den Rheinquerschnitt bei der Messstelle Domat- Ems im Kanton Graubünden. Für weiter talabwärts liegende Rheinquerschnitte wurden keine expliziten Aussagen gemacht. Die Resultate dienen als weitere Grundlage für die Erarbeitung des Entwicklungskonzeptes Alpenrhein (EKA).

## 2 Mögliche Massnahmen und deren Auswirkungen zur Schwallreduktion

Eine Analyse der Schwall- und Sunktätigkeit bedingt durch den Kraftwerksbetrieb hat gezeigt, dass durch die Inbetriebnahme der Kraftwerke Ilanz, allenfalls auch durch die Vergrösserung des Speicherbeckens in Solis sowie Maschinenrevisionen, welche die Schluckfähigkeit der betroffenen Kraftwerkszentralen geringfügig vergrössert haben, die Schwallspitzen in den Wintermonaten in den letzten Jahren um rund 20 m<sup>3</sup>/s zugenommen haben. Die entsprechenden Minimalabflüsse blieben in dieser Zeit konstant, so dass sich auch die Differenz zwischen Schwallspitze und Sunk um rund 20 m<sup>3</sup>/s vergrössert hat. Die beobachtete Erhöhung der Schwallspitzen wird sich nicht weiter akzentuieren, da sie wie erwähnt auf den Ausbau der Infrastruktur und nicht auf Änderungen des Betriebsregimes zurückzuführen ist. Schwälle und Sunke treten heute, wie bereits früher, in längeren Blöcken auf. Eine eindeutige Aussage über eine veränderte Häufigkeit von Schwällen und Sunken kann deshalb nicht gemacht werden. Sie hat aber auch keine Auswirkungen auf die maximalen und minimalen Abflüsse. Mittels hydraulischer Modellrechnung wurde die Abflussentwicklung von den Wasserrückgaben der Kraftwerke in Ilanz, Fürstenau und Rothenbrunnen bis Reichenau für massgebende Wochen aus dem Winterhalbjahr simuliert. Die selben Modellrechnungen wurden anschliessend verwendet, um für diese Wochen einen hypothetischen Betrieb mit Einschränkungen zur Schwalldämpfung zu simulieren. Daraus liessen sich sowohl die Massnahmen bezüglich der erforderlichen Einschränkung der turbinieren Wassermenge, als auch deren Auswirkungen auf die Abflüsse unterhalb Reichenau bestimmen. Es zeigt sich, dass durch solche einschränkende Massnahmen jährliche Ertragsausfälle der betroffenen Kraftwerksgruppen von mehreren Millionen Euro entstehen. Diese entstehen einerseits dadurch, dass die Energie nur zu tieferen Preisen abgesetzt werden kann, als dies bei uneingeschränktem Einsatz der Fall ist und andererseits die Reduktion der turbinierbaren Wassermenge auch eine Reduktion der

Leistungsbereitstellung der Kraftwerke zur Folge hat, welche entsprechend bewertet werden muss. Diese Ertragsausfälle werden in Relation zu den heute möglichen Erträgen in den durch die Massnahmen beeinflussten Wintermonaten gesetzt. Sie betragen je nach Anforderungsprofil und betrachteter Woche in den Wintermonaten zwischen 5 und 20 %. Eine allfällige Ausdehnung der Betrachtung auf das ganze Jahr ist nicht sachgerecht, weil sich die Massnahmen und damit die Betriebseinschränkungen nur die Wintermonate betreffen. Darüber hinaus beträgt die Einschränkung der Leistungsbereitstellung 30-50%. Alternativ zu betrieblichen Massnahmen können Schwalldämpfungen auch durch den Bau von Rückregulierbecken erfolgen. Diese stellen eine kostengünstigere Variante zu den betrieblichen Einschränkungen dar. Ihr Bau erfordert allerdings grössere ebene Flächen, möglichst in der Nähe der Wasserrückgabeorte.

### **3 Mögliche Massnahmen zur Minderung von Hochwasserspitzen**

Hochwasserschutz ist auch im Alpenrhein ein Thema. Kraftwerksspeicher, auch in höheren Lagen, leisten dazu bereits heute ohne spezielle Betriebsbeschränkungen einen nicht zu unterschätzenden Beitrag. Es stellt sich daher die Frage, unter welchen Bedingungen diese Schutzwirkung allenfalls verstärkt in Anspruch genommen werden könnte. In der vorliegenden Studie sind die Resultate einer summarischen Abklärung des Nutzens sowie der finanziellen und energiewirtschaftlichen Konsequenzen durch eine allfällige Inanspruchnahme von Speicherkapazität von bestehenden Kraftwerken für den Hochwasserschutz dargestellt. Die Umnutzung von Speicherraum zur Energiegewinnung für den Hochwasserschutz hat Ersatzleistungen zur Folge. Diese liegen in der Grössenordnung der Investitionskosten für (günstigen) zusätzlichen Speicherraum. Eine Umnutzung hat zudem energiewirtschaftliche Nachteile, weil Regelleistung verloren geht. Ihre zusätzliche Wirkung zur ohnehin vorhandenen Hochwasserschutzwirkung ist beschränkt, weil manche Hochwasser zu Zeiten auftreten, wo auch ohne spezielle Massnahmen freies Volumen in den Speichern zur Verfügung steht. Der Bau neuer Hochwasserrückhaltebecken oder die Vergrösserung bestehender Speicher ist eine Alternative zur Verbesserung des Rückhalteverhaltens. Sie kann an günstigen Stellen im Alpenraum für rund Fr. 3.- pro m<sup>3</sup> Volumen und im Mittelland für rund Fr. 12.- bis Fr. 15.- erfolgen. Wenn die Hälfte aller Hochwasserschäden eliminiert werden könnte, stünde ein Investitionspotential von 7.5-10 Mio Fr. pro Jahr zur Verfügung. Damit könnten bis zu 50 Millionen m<sup>3</sup> zusätzliches Rückhaltevolumen finanziert werden. Dies entspricht etwa dem heute verfügbaren Volumen, welches auch in der ungünstigen Jahreszeit von Juli bis Oktober zur Verfügung steht und bereits zu einer Reduktion der Hochwasser- Abflussspitzen von rund 10-20 % führt.

### **4 Rechtliche Möglichkeiten zum Eingriff in bestehende Wasserrechts**

Es entspricht dem Wesen einer Wasserrechtsverleihung in der Schweiz, dass das verfügungsberechtigte Gemeinwesen einem Kraftwerksbetreiber die Nutzung der Wasserkräfte gegen entsprechendes Entgelt für eine festgelegte Dauer überlässt. An diesem (teils vertraglich ausgehandelten) Rechtsverhältnis soll aus Gründen des Vertrauensschutzes und wegen des Schutzes der Eigentumsgarantie während der Konzessionsdauer nichts verändert werden. Entsprechend restriktiv sind die rechtlichen

Möglichkeiten, in ein verliehenes Wasserrecht einzugreifen, in allen drei Ländern ausgestaltet. Ein allfälliger Eingriff bedarf in jedem Falle einer genügenden gesetzlichen Grundlage. In der Schweiz ist eine solche in erster Linie in Art. 80 GSchG zu finden, welcher die Sanierung beeinflusster Fließgewässer regelt. Im Fürstentum Liechtenstein liegt mit Art. 66 GSchG eine vergleichbare Situation vor. Im Vorarlberg können Eingriffe in bestehende wasserrechtliche Bewilligungen ebenfalls nur in gesetzlich vorgeschriebenen Ausnahmefällen wie in § 21a Abs. 3 WRG 1959 nach einem eingehenden behördlichen Ermittlungsverfahren vorgenommen werden.





## **Teil B    Angaben zum Projekt**

## Inhaltsverzeichnis Teil B

1	Auftrag, Zielsetzung.....	11
2	Mitwirkende .....	12
3	Organisation .....	13
4	Abwicklung und Rahmenbedingungen .....	13

## 1 Auftrag, Zielsetzung

Die Internationale Regierungskommission Alpenrhein (IRKA; → [www.alpenrhein.net](http://www.alpenrhein.net)), welcher die Länder Vorarlberg und Liechtenstein sowie die Kantone St. Gallen und Graubünden angehören, befasst sich mit Fragen der Ökologie, des Grundwassers, des Hochwasserschutzes und der Energie des Alpenrheingebietes.

Die Untersuchungen zum IRKA-Projekt „Trübung und Schwall im Alpenrhein“ haben gezeigt, dass durch den Abfluss unterhalb der Kraftwerke in den Hauptzuflüssen zum Alpenrhein die Lebensverhältnisse im Alpenrhein massgebend beeinträchtigt werden. Das Ausmass dieser Beeinträchtigungen ist vor allem von der Grösse und Häufigkeit des Schwall abhängig.

Im Einzugsgebiet des Alpenrhein befinden sich zahlreiche Speicherseen von Kraftwerken. Die IRKA-Studie „Hydrologie des Rheineinzugsgebietes“ hat ergeben, dass diese bestehenden Stauseen im Einzugsgebiet des Alpenrheins je nach Füllungsgrad ein Hochwasserereignis deutlich dämpfen können. Ohne Bewirtschaftung dieser Stauseen sind die entsprechenden Retentionsvolumen jedoch in gewissen Jahreszeiten nur eingeschränkt verfügbar.

Aufgrund dieser Ausgangslage soll abgeklärt werden mit welchen energiewirtschaftlichen und finanziellen Folgen eine Reduktion der Schwallbildung im Alpenrhein verbunden wäre. Das Projekt soll Grundlagen bereitstellen, um Entscheide über die effizientesten Massnahmen zur Schwallminderung im Alpenrhein treffen zu können. Insbesondere soll die Studie Auskunft darüber geben:

- mit welchen Konsequenzen zu rechnen ist, wenn Kraftwerke im Einzugsgebiet des Alpenrheins ihren Betrieb entsprechend ändern oder
- wenn diese mittels baulicher Massnahmen (z. B. Rückregulierbeckenbecken) das Betriebswasser gleichmässiger in den Alpenrhein zurückgeben, sowie
- welche anderen denkbaren Massnahmen zur Schwallminderung bekannt sind und
- welche rechtlichen Möglichkeiten gegeben sind, um bei den heute bestehenden Kraftwerken eine Schwallminderung durchsetzen zu können,
- welche Wirkung freie Speichervolumen in den Stauseen auf die Hochwasser-abminderung im Alpenrhein haben;
- welche finanziellen und energiewirtschaftlichen Auswirkungen zu erwarten sind, wenn Hochwasserrückhalteräume der Stromproduktion entzogen und zum Hochwasser-rückhalt umgenutzt werden, respektive
- welches die Auswirkungen alternativer Rückhaltungsmöglichkeiten sind.

Bezüglich Schwall- und Sunkminderung steht die Studie in Zusammenhang mit dem Projekt "Revitalisierung und Wasserkraftnutzung", in dem beispielhaft konkrete Massnahmen zur Schwallreduktion im Zusammenhang mit dem Bau von Kraftwerken am Alpenrhein aufgezeigt werden.

## 2 Mitwirkende

Folgende Personen haben an der vorliegenden Studie mitgearbeitet:

Arbeitsgruppenleiter:

Werner Böhi; Amt für Energie Graubünden, Rohanstr. 5, 7001 Chur

### **Mitglieder:**

Johannes Bärtsch; Amt für Energie Graubünden, Rohanstr. 5, 7001 Chur

Mitglied der Projektgruppe Energie (PGE)

Dr. Ivo Fecker; Amt für Umweltschutz St. Gallen, Lämmli brunnenstr. 54; 9001 St. Gallen

Mitglied PGE

Dr. Ernst Pürer; Vorarlberger Illwerke AG, Batloggstr. 36, A-6780 Schruns

Mitglied PGE; Kraftwerksexperte

Edmund Sele; Amt für Volkswirtschaft, Kirchstr. 7, FL-9490 Vaduz

Mitglied PGE

Guido Ackermann; Amt für Jagd und Fischerei, Davidstr. 35, 9000 St. Gallen

Mitglied der Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie

Dipl.-Ing. Gerhard Hutter, Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, Montfortstrasse 4,

Mitglied der Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie

Leo Kalt, Baudepartement St. Gallen, Lämmli brunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen

Leiter der Projektgruppe Flussbau

### **Experten:**

Prof. Hans-Erwin Minor, ETH Zentrum, Versuchsanstalt für Wasserbau, Gloriastrasse 37-39, 8092 Zürich

Experte für Wasserwirtschaft

Dr. Gilbert Schnyder; Schnyder Ingenieure AG, Bösch 23, 6331 Hünenberg

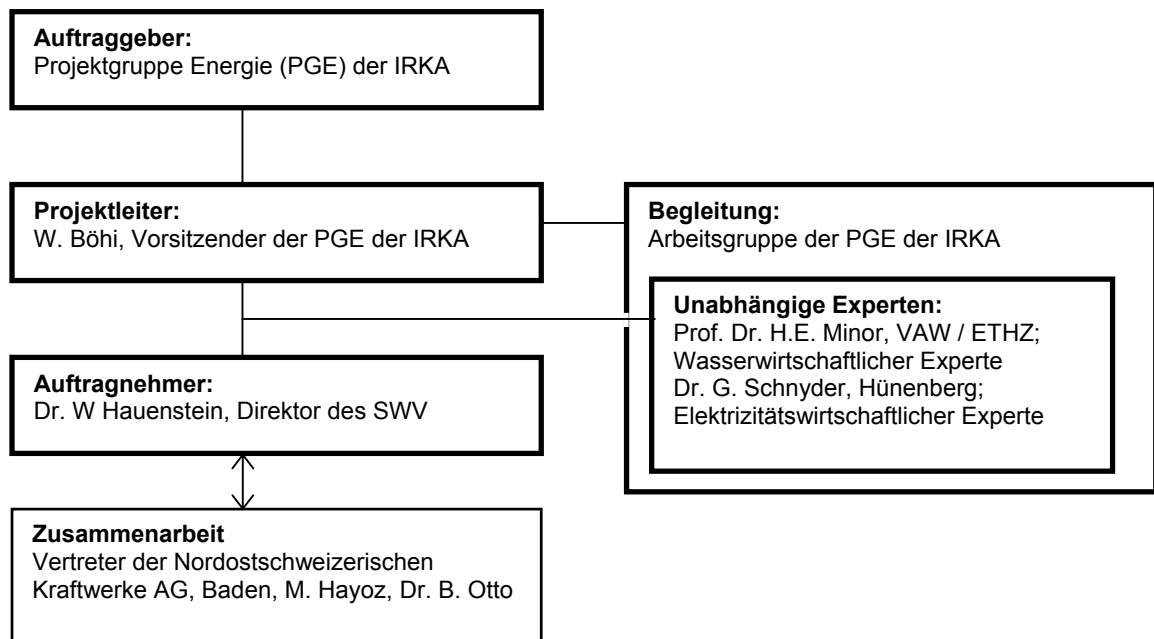
Experte für Elektrizitätswirtschaft und -markt

### **Auftragnehmer:**

Dr. Walter Hauenstein, Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Rütistrasse 3A, 5401 Baden  
in Zusammenarbeit mit

Dipl.-Ing. Martin Wickenhäuser und Dipl.-Ing. Benno Zünd, Versuchsanstalt für Wasserbau,  
Hydrologie und Glaziologie, Wolfgang Pauli- Strasse 15, CH-8093 Zürich

### 3 Organisation



### 4 Abwicklung und Rahmenbedingungen

Die Studie wurde am 22. Oktober gestartet und sodann in vier Sitzungen mit der Arbeitsgruppe abgestimmt. Im April konnte sie abgeschlossen werden.

Die Ausarbeitung der Studie erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Versuchsanstalt für Wasserbau und Hydrologie der ETH in Zürich. Die Herren Dipl.-Ing. Martin Wickenhäuser und Dipl.-Ing. Benno Zünd haben insbesondere den Teil Schwall- und Sunkminderung massgeblich bearbeitet.

Die Bearbeitungstiefe war an die engen zeitlichen und finanziellen Grenzen gebunden. Insbesondere konnten deshalb die verschiedenen möglichen Funktionen von Ausgleichsbecken zur Schwallminderung nur summarisch bearbeitet und die möglichen Standorte nur generell abgeklärt werden. Eine Vertiefung und Konkretisierung der Aussagen wird je nach Bedarf im Rahmen der Ausarbeitung des Entwicklungskonzepts Alpenrhein vorgenommen.

Die Aussagen der Studie beziehen sich auf den Flussquerschnitt bei der eidgenössischen Wassermess- Station Domat/Ems am Alpenrhein. Die unterhalb gelegenen Gebiete wurden nicht untersucht.

Bei der Auswahl der Massnahmen wurde darauf geachtet, dass die jeweils erforderlichen Ziele mit dem geringst möglichen Aufwand erreicht wurden.

