

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 95 (2003)  
**Heft:** 7-8

**Artikel:** Erfahrungen der Engadiner Kraftwerke mit dem Betrieb von Entsanderanlagen  
**Autor:** Gaudenz, Jachen  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-939475>

### **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:** 14.03.2025

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

# Erfahrungen der Engadiner Kraftwerke mit dem Betrieb von Entsanderanlagen

■ Jachen Gaudenz

## 1. Übersicht über die Kraftwerksstufen

Die Engadiner Kraftwerke (EKW) sind ein so genanntes Partnerwerk im Engadin, mit Sitz in Zernez. An der Unternehmung sind verschiedene Kraftwerksgesellschaften, der Kanton Graubünden und die Konzessionsgemeinden beteiligt. Das Kraftwerk besteht aus drei Stufen.

### • Stufe Livigno – Ova Spin

Kernstück der obersten Stufe ist der Stausee Livigno mit 164 Mio. m<sup>3</sup> Nutzinhalt. Sein Wasser wird in der Zentrale Ova Spin, welche in die Staumauer des gleichnamigen Staubeckens integriert ist, turbinert. In umgekehrter Richtung kann aus dem Ausgleichsbecken Ova Spin Wasser nach Livigno gepumpt werden. Zusätzlich wird das Wasser der Restwasserabgabe in einer Dotierzentrale am Mauerfuss der Staumauer Punt dal Gall zur Stromproduktion genutzt.

### • Stufe S-chanf – Ova Spin – Pradella

Ins Ausgleichsbecken Ova Spin (Nutzinhalt 6,2 Mio m<sup>3</sup>) wird Wasser aus der Wasserfassung am Inn in S-chanf sowie aus weiteren Seitenbächen, Vallember, Varusch und Tantermozza zugeleitet. Die zweite Stufe führt das Wasser vom Ausgleichsbecken Ova Spin durch einen Druckstollen zum Wasserschloss Bain Crotsch und daran anschliessend durch einen Druckschacht nach der Zentrale Pradella. In diesen Druckstollen münden die Zuleitungen von zwei weiteren Wasserfassungen an den Bächen Sampuoir und Clemgia.

### • Stufe Pradella – Martina

Die dritte Stufe schliesst an die Zentrale Pradella an. Das turbinerte Wasser dieser Zentrale fliesst in ein Ausgleichsbecken (Nutzinhalt 260 000 m<sup>3</sup>), das zusätzlich Wasser aus der Innfassung Pradella aufnimmt. Gemeinsam fliesst dieses Wasser durch einen Druckstollen zum Wasserschloss und von dort zur Zentrale Martina an der österreichischen Grenze. Im Val d'Assa bei Ramosch wird ein weiterer Seitenbach gefasst und sein Wasser in den Stollen eingeleitet.

## 2. Die Wasserfassungen der EKW

Die Engadiner Kraftwerke umfassen insgesamt acht Wasserfassungen. Die Charakteristiken dieser Fassungen sind wie folgt:

Die Fassung Vallember ist die einzige Fassung, welche Wasser aus einem nörd-

lichen Zufluss des Inns fasst. Die übrigen gefassten Bäche liegen alle im südlichen Teil des Einzugsgebietes.

Die Fassungen sind nach folgendem Schema aufgebaut:

- Fassung im Bachbett mit Stauwehr (Staufassung) oder Fallrechen (Tirolerfassung).
- Kiesfangkammer für gröberes Material, welches die Fallrechen oder den Staubereich passiert.
- Entsanderanlage für die Absonderung von Feststoffen mit einem Durchmesser von mehr als 0,3 mm.

Alle Fassungen sind mit automatischen Spüleinrichtungen ausgerüstet. Der Eintrag von auszuscheidenden Feststoffen ist sehr unterschiedlich. Er hängt nicht nur von den meteorologischen Verhältnissen ab, sondern ist auch von Fassung zu Fassung unterschiedlich. Damit wird jede Fassung zum Prototyp und muss für die Instandhaltung und Programmierung der Spülungen gesondert betrachtet werden.

Da sich die EKW in einer touristisch stark genutzten Gegend befinden, dürfen die Fassungen aus Sicherheitsgründen nicht ohne besondere Vorkehrungen gespült werden. Dazu ist entweder eine reduzierte Öffnung der Spülschützen oder die Verlegung von Spülungen in die Nacht denkbar. Die verzögerte Öffnung der Spülschützen bedeutet, die Flutwelle zu verkleinern. Dadurch wird auch die Spülwirkung verringert und der Wasserverlust vergrössert. Weil bei einer konsequenten Verlegung der Spülungen in die Nacht bis zur Freigabe der Spülung während einer gewissen Zeit keine Garantie für den Rückhalt der Feststoffe mehr vorhanden ist, wären Schäden an den Anlagen mit diesem Regime nicht auszuschliessen. Aus diesem Grund wird bisher die Spülung mit reduziertem Schwall durchgeführt.

## 3. Generelle Erfahrungen im Betrieb

Alle Wasserfassungen der EKW sind mit Entsanderanlagen des Typs Bieri ausgerüstet. Diese bestehen bekanntlich aus einer mechanischen Schliessanlage am Fusse des V-förmigen Absatzbeckens und einem Sandabzugssystem unterhalb diesem Schliesssystem. Sowohl das Absatzbecken als auch der Sandabzug sind feste Anlagen ohne bewegliche Teile. Sie sind deshalb einem eher geringen Verschleiss ausgesetzt. Die Schliesssysteme selbst enthalten bewegliche Teile und weisen dementsprechend auch einen höheren Verschleiss aus.

Zur Abtastung des Füllstandes einer Entsanderanlage bestehen verschiedene Methoden. Das System Bieri umfasst an den Schliessplatten des Schliesssystems angeschweisste Metallwinkel, welche den Widerstand zum Öffnen erhöhen, wenn sie von Sand eingedeckt sind. In regelmässigen Zeitabständen wird auf diese Schliessplatten ein hydraulischer Druck ausgeübt und überwacht. Erst wenn dieser Druck einen bestimmten, zuvor eingestellten Wert erreicht hat, bevor sich die Schliessplatten bewegen, wird ein Öffnungsbefehl ausgelöst und ein entsprechend hoher Druck aufgebracht, um die Öffnung auszulösen. Bei den EKW traten mit diesem System zwei Probleme auf:

Bei Fassungen, an denen das Wasser nur einen geringen Anteil an feinen Feststoffen aufwies (feine, bindige Sande), dafür aber einen grösseren Anteil an nicht bindigen gröbereren Stoffen (Splitt, Kies), wurde der eingestellte Öffnungsdruck nie erreicht, weil kein genügender Widerstand im Material aufgebaut wurde.

Bei Fassungen mit einem sehr grossen Anteil an sehr feinem Material verdichtete sich hingegen das Material an den Grenzen

Gewässer	Ort	Höhe (m ü.M.)	Fassungstyp	Entsander	Fassungsmenge (m <sup>3</sup> /s)
<i>Stufe S-chanf – Pradella</i>					
Vallember		1663	Tirolerfassung	1 × 40 m	5
Inn	S-chanf	1660	Wehrfassung	4 × 50 m	40
Varusch		1656	Tirolerfassung	1 × 30 m	5
Tantermozza		1660	Tirolerfassung	1 × 30 m	1
Sampuoir		1646	Tirolerfassung	1 × 30 m	1,5
Clemgia		1654	Tirolerfassung	2 × 50 m	8
<i>Stufe Pradella – Martina</i>					
Inn	Pradella	1150	Wehrfassung	2 × 75 m	20
Val d'Assa			Tirolerfassung	1 × 25 m	0,75

der Abtaststrecke dermassen, dass die Spülung ausgelöst wurde, bevor der Entsander ein ausreichendes Mass an Füllung erreicht hatte.

Um diese Schwierigkeiten in den Griff zu bekommen, wurden zwei Systeme getestet und in Betrieb genommen, welche die Abtastung mittels Strahlungs- und Schwingsonden vornehmen.

Die Strahlungssonde besteht aus einer radioaktiven Quelle und einem Geigerzähler, die in zirka 40 cm Abstand im Entsander eingebaut sind. Die Strahlungsintensität, die am Geigerzähler gemessen wird, ist abhängig von der Menge der abgesetzten Feststoffe zwischen Strahlenquelle und Geigerzähler. Pro Entsander sind zwei dieser Sonden im Einsatz. Spricht nun einer dieser Geigerzähler durch Unterschreiten einer bestimmten Strahlungsintensität an, wird die Spülung des Entsanders ausgelöst. Die Schwing- oder auch Stimmgabelsonde besteht aus einem Schwingkörper, ähnlich einer Stimmgabel, welcher mit einer definierten Schwingung angeregt wird. Die resultierende Schwingung im Körper ändert mit der Aufschüttung von Feststoffen, welche ihn umgeben. Sobald die Schwingung am Körper einen Grenzwert erreicht, wird ein Öffnungsbefehl ausgelöst.

## 4. Die Erfahrungen im Einzelnen

### 4.1 Wasserfassung Vallember

Diese Fassung umfasst eine Entsandereinheit von 40 m Länge. Das Tal ist sehr flach, so dass praktisch keine Feststoffe eingetragen werden. Die Fassung funktioniert problemlos.

### 4.2 Wasserfassung S-chanf

Bei dieser Fassung sind vier parallele Entsanderanlagen zu je 50 m eingebaut. Es sind bisher keine gravierenden Probleme aufgetreten. Weil die Entsander, bedingt durch die geringe Zuströmgeschwindigkeit, im Winter zufrieren würden und dies zu Schäden an den Bauten und den Rechen führen würde, werden im Winter drei Einheiten stillgelegt. Im vierten Entsander kann zudem die Überfallkante des Auslaufs so weit abgesenkt werden, dass die Zulaufgeschwindigkeiten erhöht und ein Zufrieren verhindert werden kann.

### 4.3 Wasserfassung Varusch

Diese Fassung umfasst einen Entsander von 30 m Länge. Das Tal ist sehr geröllreich mit steilen Flanken, sodass die Fassung sehr stark mit Feststoffen befrachtetes Wasser fasst. Bei intensiven Niederschlägen kann es vorkommen, dass ein neuer Öffnungsbefehl

ausgelöst wird, bevor sich der Entsander nach einem Spülvorgang ganz geschlossen hat.

Bedingt durch diese starke Beanspruchung musste die Fassung schon vor einigen Jahren an ihren mechanischen Teilen revidiert werden. Hauptsächlich entstand Verschleiss durch Abrasion an den feststehenden und an den beweglichen Platten. Da die Revision der festen Platten als sehr aufwendig eingeschätzt wurde, wurden nur die beweglichen Platten durch «weiche» Kunststoffplatten ersetzt, in der Meinung, diese würden dann auch den Verschleiss der festen Platten verzögern. Nach nur zwei Sommerperioden waren aber die neuen Kunststoffplatten derart abgetragen, dass der Versuch als gescheitert betrachtet werden musste. Zur gleichen Zeit propagierte die Herstellerfirma der Entsander eine Revisionsmöglichkeit, welche sowohl die beweglichen wie auch die festen Platten umfasste. Dabei werden die einbetonierten Stahlteile als Träger für eine neue Mechanik verwendet. Diese besteht aus einem gelochten, kunststoffbeschichteten Rahmen, dessen Löcher mit einzelnen, ebenfalls beschichteten Stahlplatten versehen sind. Diese Platten sind als Verschleisstteile ausgebildet und können je nach Bedarf einzeln ersetzt werden. Dadurch wird der künftige Revisionsaufwand erheblich vermindert. Obwohl dieser Umbau kostenintensiv war, wird er sich durch die reduzierten Wasserverluste in rund fünf Jahren amortisieren.

### 4.4 Wasserfassung Tantermozza

Die Bedingungen an der Fassung Tantermozza entsprechen etwa denjenigen an der Fassung Varusch.

### 4.5 Wasserfassung Sampuoir

Bedingt durch die eher flache Topografie des Tals hat die Fassung Sampuoir nicht sehr viel Feststoffe zu verarbeiten. Sie verfügt über keinen Kiesfang, sodass auch das angeschwemmte Geschiebe direkt vom Entsander abgeschieden werden muss. Dies bedingt entsprechende Spülprogramme, welche von denjenigen der reinen Entsander-spülungen abweichen. Die Fassung verhält sich im Grossen und Ganzen gutmütig.

### 4.6 Wasserfassung Clemgia

Das Wasser dieser Fassung stammt aus verschiedenen kleinen Tälern. Sowohl die Fassung als auch der Entsander werden in durchschnittlichem Masse beansprucht. Seit die Abtastvorrichtung mit einer radioaktiven Sonde ausgerüstet ist, werden nur noch rund 30% der Spülungen durchgeführt und die Störungsanfälligkeit ist stark zurückgegangen.

## 4.7 Wasserfassung Pradella

Von den zwei Entsanderkanälen dieser Anlage ist der eine eingedeckt und somit für den Winterbetrieb geeignet. Der zweite Kanal wird jeweils im Herbst ausser Betrieb genommen. Der Stauraum dieser Inn-Fassung ist dermassen gross, dass der grösste Teil der Feststoffe sich in diesem absetzt. Es erfolgen deshalb nur rund eine Spülung pro Monat im Sommer oder rund vier bis fünf Spülungen pro Jahr.

## 4.8 Wasserfassung Assa

Die Wasserfassung Assa verfügt über keinen Kiesfang. Im Gegensatz zum Val Sampuoir fallen aber hier mehr Geröll und Geschiebe an. Die Spülung dieses Entsanders erfolgt in Gegenrichtung zur Fliessrichtung des gefassten Wassers. Dies führte oft zu Störungen. Bei der Spülung wurden alle Öffnungen gleichmässig geöffnet. Mit einem Gesamtzufluss von weniger als 1 m<sup>3</sup>/s floss dadurch aber zu wenig Wasser bis zur hintersten Öffnung, auch wenn die Öffnungen nur zur Hälfte oder einem Drittel geöffnet wurden. Dies führte dazu, dass die Feststoffe im Spülkanal nicht mehr weggeschwemmt wurden und sich der Entsander von hinten her verstopfte. Das Freispülen des nur etwa 80 cm hohen Spülkanals musste jeweils in mühsamer und gefährlicher Handarbeit erfolgen. Durch die EKW wurde ein Umbau so durchgeführt, dass nun das erste und das letzte Spülwasser von der letzten Öffnung eingeleitet wird. Seither verstopfte dieser Entsander nie mehr.

## 5. Die Energieverluste durch Spülungen

Durch die Spülungen mit Wasser geht dieses für die Energiegewinnung verloren. So rechnet man bei den EKW mit

Gesamte Länge der Entsander	605 m
Wasserverlust pro m <sup>1</sup> Entsander bei einer Spülung	1,5 l/s•m
Dauer einer Spülung	4 Stunden
Spülungen pro Jahr	40

Insgesamt gehen den EKW somit rund 523000 m<sup>3</sup> Wasser «verloren», was einer Energieproduktion von 577291 kWh entspricht.

Eine Optimierung der Spülungsverluste lohnt sich deshalb. Die EKW sind ständig dabei, diese Spülungen zu verbessern.

Dieser Bericht ist die schriftliche Fassung eines Beitrags des Autors anlässlich des Forum Wasser Rapperswil vom 8. November 2002 zum Thema «Entsanderanlagen: Erfahrungen – Stand der Technik»

Anschrift des Verfassers

Jachen Gaudenz, Engadiner Kraftwerke AG, CH-7530 Zernez.