



# Energiekosten mit Spotpreis optimieren

**Seebefüllung bei den Davos-Klosters-Bergbahnen** | Die Flexibilität von Pumpstationen kann durch die Berücksichtigung der Situation am Strommarkt dazu genutzt werden, um Stromkosten zu reduzieren und im Sommer nur bei sehr tiefen Energiepreisen den See zu befüllen. Beispielsweise lässt sich der Spotpreis somit zur Optimierung der Seebefüllung in einer Skiregion einsetzen.

ENRICO FEURER

**F**ür die technische Beschneigung wird Wasser vom Davosersee über zwei leistungsstarke Pumpstationen zum höher gelegenen Totalpsee gefördert. Dieser Speichersee dient als Wasservorrat für die Schneeanlagen während der Beschneigungsperiode.

Nach der Beschneigungsperiode ist der See in der Regel leer und wird im Sommer mit Schmelz- und Regenwasser wieder aufgefüllt. Die natürliche Zuflussmenge reicht jedoch nicht aus, um die volle Speicherkapazität von

rund 65 000 m<sup>3</sup> Wasser bis zum Beginn der nächsten Saison zu erreichen. Daher ist je nach Wetterbedingungen durchschnittlich eine zusätzliche Pumpzeit von rund drei Wochen nötig. Im November, während des laufenden Beschneigungsbetriebs, muss der See teilweise erneut befüllt werden, da die Speichermenge manchmal nicht ausreicht.

Da die Pumpstationen ausschliesslich für die Seebefüllung genutzt werden, ist die teure Infrastruktur über weite Teile des Jahres ungenutzt.

Vor dem Hintergrund eines auslaufenden Energielieferungsvertrags, der volatilen Entwicklung der Strompreise und der steuerbaren Verbraucher entschied sich die Davos Klosters Bergbahnen AG im Jahr 2023 für den Abschluss eines spotpreisbasierten Energielieferungsvertrags, um auf Strompreisschwankungen am Strommarkt flexibel reagieren zu können.

## Spotpreis-Optimierung

Spotmarktpreise unterliegen sowohl saisonalen als auch tageszeitlichen

Schwankungen. Im Sommer lässt sich der See flexibel füllen. Auch im November kann der Pumpbetrieb für einige Tage verschoben werden, wodurch sich die Energiekosten senken lassen. Vor diesem Hintergrund wurde eine Steuerungslösung entwickelt, die die Pumpen nur bei niedrigen Stundenpreisen aktiviert. Bei hohen Strompreisen wird der Pumpbetrieb kurzzeitig unterbrochen.

Die technische Umsetzung stellte eine erhebliche Herausforderung dar. Zum einen verlangt der Energielieferant eine gute Prognose, damit die 2-MW-Pumpleistung keine hohen Ausgleichsenergiekosten verursacht. Zum anderen muss der Spotpreis für die Folgetage bekannt sein, um ein optimales Fahrprofil zu erstellen.

### Systemarchitektur und Betriebsweise

Die Lösung basiert auf einem prognosegestützten Fahrplanverfahren: Der Energielieferant stellt täglich um 9.00 Uhr eine Sieben-Tage-Prognose der Spotpreise zur Verfügung. Basierend auf dieser Prognose legt der zuständige Schneimeister einen maximalen Preis fest, zu dem gepumpt werden darf. Liegt der prognostizierte Preis darunter, wird ein entsprechendes Fahrprofil erstellt und um 9.30 Uhr an den Energielieferanten übermittelt, damit die entsprechende Energiemenge bereitgestellt werden kann. Die Steuerung folgt am Folgetag ab Mitternacht exakt diesem Profil.



Der befüllte Totalsee ist bereit für die Beschneigung im nächsten Winter.

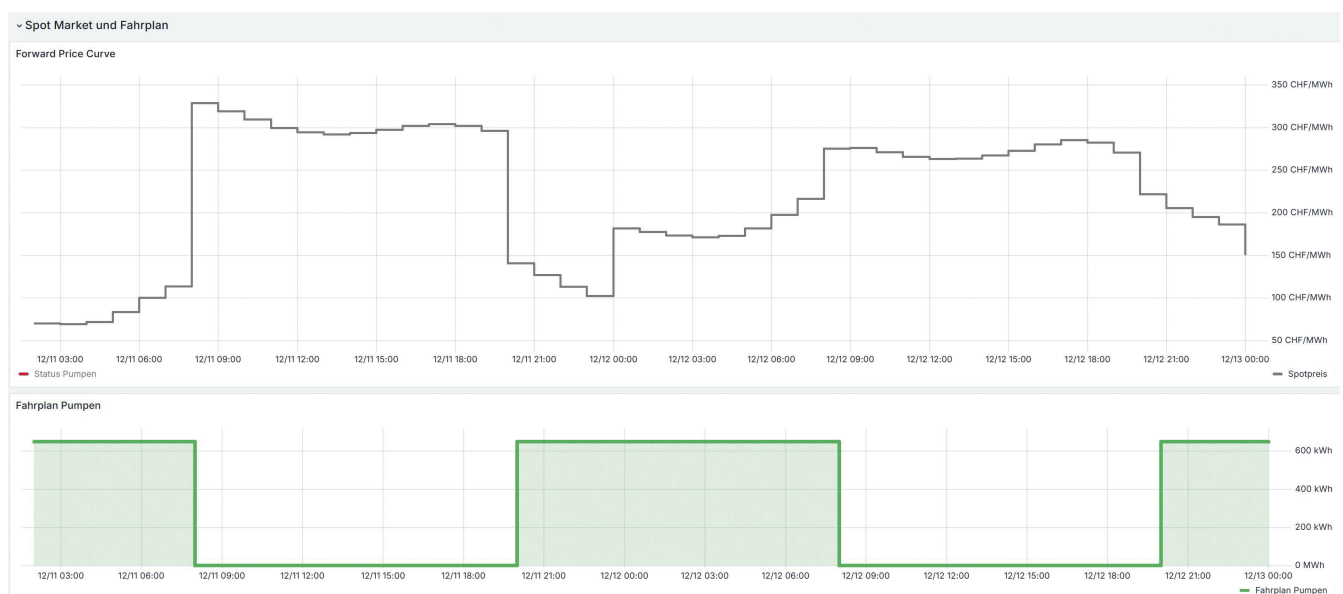
Parallel dazu wird der Intraday-Markt mit der Software überwacht. Bei signifikanten Erhöhungen des Strompreises kann der Betrieb dynamisch unterbrochen werden, um Kosten zu minimieren.

Die Auswertungen der letzten Wintersaison zeigen, dass der durchschnittliche Spotpreis im November bei rund 240 CHF/MWh lag. Die maximale Preisgrenze für den Spotpreis wurde auf 180 CHF/MWh festgelegt. Die Kosteneinsparungen lagen bei rund 18000 CHF. Im Sommer hingegen wird die Grenze auf 0 CHF/MWh gesetzt, d.h. es wird nur bei negativen Preisen gepumpt. Aufgrund des zeitlichen Spielraums im Sommer ist es problemlos möglich, den Speicher bis zum Start der Beschneigungssaison vollständig zu füllen.

### Integration in den Regelenergiemarkt

Ab Sommer 2025 ist zudem geplant, beide Pumpstationen am Regelenergiemarkt zu beteiligen. Eine besondere Herausforderung besteht dabei in der Systemarchitektur der Förderkette: Die Pumpstationen arbeiten in Serie. Zunächst muss die erste Station das Wasser fördern und an die zweite weitergeben, die es schliesslich zum Totalsee pumpt.

Für einen reaktionsschnellen Einsatz im Regelenergiemarkt müssen die Leitungen kontinuierlich gefüllt sein. Zusätzlich wurden Betriebsfreigaben (beispielsweise Bereitschaftssignale oder die Seestandüberwachung) integriert, um einen sicheren und störungsfreien Betrieb gewährleisten zu können.



Beispiel der Spotmarktentwicklung und die entsprechende Nutzung der Pumpen.

## Einschränkungen und Ausblick

Der Spotpreis-Optimierer hat für den Einsatz in anderen Bereichen gewisse Einschränkungen. Die Leistungsspitzen werden in Davos jährlich verrechnet, was bedeutet, dass die Pumpstation jederzeit aktiviert werden kann und keine Rücksicht auf den aktuellen Tag des Monats gemacht werden muss. Zudem braucht es Verbraucher, die zeitlich flexibel sind. Ansonsten muss auch unter der Woche gepumpt werden, wo die Preise in der Regel höher sind als am Wochenende.

Das Prinzip der zeitlich optimierten Nutzung lässt sich selbstverständlich auch auf andere Anwendungen übertragen. So könnten Elektro-Lkws beispielsweise am Wochenende, wenn die Strompreise niedrig sind, geladen werden, um die Energiekosten zu senken. Solche Ansätze setzen allerdings voraus, dass die Betriebsprozesse ausreichend flexibel sind und entsprechende Steuerungsmechanismen vorhanden sind.

Diese Lösung zeigt eindrücklich, dass eine intelligente Nutzung der Fle-

xibilität der bestehenden Infrastruktur nicht nur die Energiekosten reduziert, sondern auch neue Erlöspotenziale erschliesst und somit zu einem zuverlässigen und stabilen Energiesystem beiträgt – ein Modell, das künftig an Bedeutung zunehmen dürfte.

### Autor

Enrico Feurer ist Inhaber der Energieingenieur.ch GmbH.  
→ energieingenieur.ch GmbH, 7306 Fläsch  
→ info@energieingenieur.ch

## RÉSUMÉ

### Optimiser les coûts énergétiques grâce aux prix spot

Remplissage du lac des remontées mécaniques de Davos-Klosters

Afin de réduire les coûts énergétiques, la flexibilité des stations de pompage peut être exploitée en tenant compte de la situation sur le marché de l'électricité, par exemple en ne remplissant un lac qu'en été, lorsque les prix de l'énergie sont très bas. Les prix spot peuvent ainsi être utilisés pour optimiser, par exemple, le remplissage du lac d'un domaine skiable.

La mise en œuvre technique dans le cas du remplissage du lac des remontées mécaniques de Davos-Klosters a représenté un défi, car le fournisseur d'énergie exigeait des prévisions fiables afin que la puissance de pompage de 2 MW n'entraîne pas de coûts d'énergie d'équilibrage élevés. De plus, les prix spot pour les jours suivants devaient être connus afin d'établir un profil de fonctionnement optimal.

La solution repose sur un processus de planification basé sur des prévisions : chaque jour à 9 h, le fournisseur d'énergie met à disposition les prévisions des prix spot pour les sept jours suivants. Sur la base de ces prévisions, le responsable de l'enneigement fixe un prix maximal de l'électricité auquel le pompage peut être effectué. Si le prix prévu est inférieur, un profil de fonctionnement correspondant est établi et transmis au fournisseur d'énergie à 9 h 30 afin que la quantité d'énergie correspondante puisse être mise à disposition. Le système de contrôle suit alors exactement ce profil le lendemain dès minuit.

En parallèle, le logiciel surveille le marché intraday. En cas d'augmentation significative du prix de l'électricité, le fonctionnement peut être interrompu de manière dynamique afin de minimaliser les coûts.



Erdbandset 30x3mm kompl.



Potentialsschienen  
nach SN50522/SNG483755



Ringverbinder ø8/ø10mm  
nach EN62271-1



Befestigungselement  
M8/M12 mit Nutstein

**pronutec AG**

Starkstromkomponenten  
von den Experten



Composants basse tension  
par des experts

pronutec AG  
Rosenweg 3  
6234 Triengen

041 545 86 70  
info@pronutec.ch  
www.pronutec.ch



