Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 100 (2009)
Heft: 7

Artikel: Beschneiungsanlagen und Kleinwasserkraftwerke kombinieren
Autor: Boukhaoua, Salah
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856388

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: 15.07.2025

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

Beschneiungsanlagen und Kleinwasserkraftwerke kombinieren

Infrastrukturelemente von Beschneiungsanlagen bieten Potenzial für neue Kleinwasserkraftwerke

Auf der ganzen Welt wird nach neuen Methoden zur Erzeugung von Elektrizität gesucht. In diesem Zusammenhang fällt auf, dass Beschneiungsanlagen zum Teil gleiche Infrastrukturelemente wie Kleinwasserkraftwerke benötigen. Wesentliche Elemente für den Betrieb der Schneeanlagen sind – neben Elektrizität – genügende Wassermengen und Druckleitungen für deren Verteilung. So werden Speicherseen und Pumpenhäuser erstellt, die während der Zeit, in welcher das Wasser nicht für die Beschneiung gebraucht wird, zum Betreiben von Kleinwasserkraftwerken dienen könnten. Hier gibt es noch beachtliches Potenzial für neue Kleinkraftwerke.

Klimaerwärmung ist ein Schlagwort, welches in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen hat. Gletscher schmelzen rapide ab, Permafrostböden tauen während der Sommermonate auf und verursachen bei starken Regenfällen Geröll- und Schlammlawinen. Speziell die

Salah Boukhaoua

Wintersportregionen spüren solche klimatischen Veränderungen. Bleibt der Schnee aus, wirkt sich dies auf die ganze Tourismusregion aus. Die Diskussion über den Einsatz von Schneekanonen hat sich während der letzten 10 Jahre gewandelt. Wurden Schneekanonen ursprünglich zur Verbesserung der Schneepisten während der Randmonate verwendet, ist der Einsatz in tiefer gelegenen Gebieten bereits heute schon während des ganzen Winterbetriebs nötig. Doch auch heute scheint eine politische Diskussion über solche Hilfsmittel kontroverse Meinungen zu schüren. Befürworter befürchten in Zukunft ein massives Sterben von kleineren und tiefer gelegenen Skigebieten ohne die Hilfe von Schneekanonen. Der grosse Energieverbrauch über die Wintermonate ist für die Gegner ein gewichtiges Argument gegen einen solchen Einsatz. Hinzu kommt, dass die Milioneninvestitionen nur während des Winters nutzbringend sind, während von Mai bis Oktober die ganze Infrastruktur brachliegt.

Eine neue Idee verfolgt nun der kombinierte Einsatz eines Kleinwasserkraftwerks während der Sommermonate. Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der HTW Chur wurden in Zusammenarbeit mit der Rätia Energie, den Bergbahnen Disentis und der Gemeinde Disentis die einzelnen Themengebiete untersucht und verschiedene Varianten für eine Projektierung aufgezeigt.

Der folgende Artikel zeigt die wichtigsten Erkenntnisse der Arbeit im Bezug auf die Projektpartner und die Planung auf. Zudem wird auch abgeschätzt, wie hoch das Potenzial solcher kombinierter Anlagen in der Schweiz ist.

Untersuchung Projektpartner

Eine kombinierte Anlage erfordert fundiertes themenübergreifendes Wissen im Bereich der Wasserkraft und der künstlichen Beschneiung. Auch die rechtlichen und ökologischen Faktoren spielen eine wichtige Rolle. Aus diesem Grund ist eine Zusammenarbeit unter allen Interessengruppen eines solchen Projekts sehr empfehlenswert. Sie verfügen nicht nur über unterschiedlich diversifiziertes Wissen, auch die Interessen selbst können stark vonei-

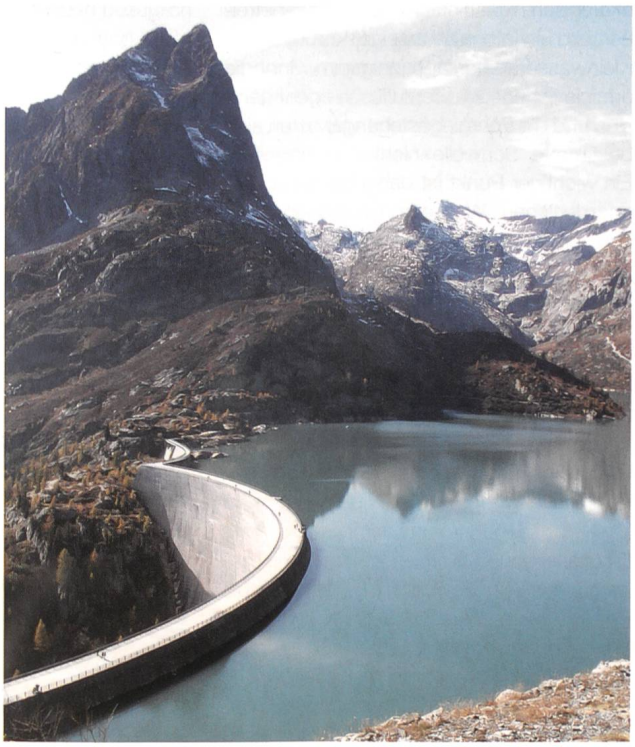


Bild 1 Speichersee Emosson VS.

Beschneifläche	Turbinen-leistung T1	Brutto-energie A	Turbinen-leistung T2 = 65% von T1	Brutto-energie B = 65% von A
Disentis: 238 000 m², Höhe 20 cm	4,5 MW	14 GWh/Jahr	3 MW	9,5 GWh/Jahr
Schweiz: 100 Mio. m², Höhe 20 cm (50%)	1890 MW	1890 GWh/Jahr	1228 MW	1228 GWh/Jahr
Schweiz: 41,8 Mio. m², Höhe 20 cm (19%)	790 MW	790 GWh/Jahr	513 MW	513 GWh/Jahr

Tabelle Skalierungstabelle für das mögliche Energiepotenzial in der Schweiz.

nander abweichen. Nur wenn jede Partei ihre persönlichen Vorteile daraus ziehen kann, wird der Bau auch tatsächlich erfolgen. Grundsätzlich können 3 Interessengruppen unterschieden werden:

Bergbahnbetreiber

Viele Bergbahnbetreiber sehen sich in der heutigen Zeit genötigt, aufgrund der klimatischen Veränderungen und der wachsenden Angebotswünsche der Kunden Beschneiungsanlagen neu zu dimensionieren oder zu erweitern. Die Kosten für den Bau der gemeinsam genutzten Leitungen, der Wasserspeicher und die Unterhaltskosten könnten aufgeteilt werden. Politisch gesehen, kann eine Beschneiungsanlage einfacher durchgesetzt werden, wenn der anfallende Energiebedarf durch eine kombinierte Wasserkraftanlage abgefangen wird.

Energieversorgungsunternehmen

Die Wasserkraft in der Schweiz geniesst einen grossen Stellenwert in Bezug auf saubere Energieerzeugung. Neue Anlagen zu dimensionieren, ist jedoch politisch und ökologisch nicht einfach. Der Energiebetreiber wird ein Interesse an einer kombinierten Kleinwasserkraftanlage zeigen, wenn die erforderlichen Wasserzuflüsse genügend sind und die Energiegestehungskosten eine bestimmte Schwelle nicht überschreiten. Ein wichtiger Punkt ist dabei der Erhalt der erforderlichen Wasserkonzessionen, was nun zur dritten Interessengruppe führt.

Politische Gemeinden der betreffenden Region

Als politische Gemeinde besteht allgemein ein Interesse an einer florierenden und rege besuchten Tourismusdestination. Arbeitsplätze generieren Wohlstand und Steuereinnahmen. Wird eine Skiregion auch in schneearmen Wintern besucht, sind Hotels ausgebucht, und damit verbundene Dienstleistungen werden in Anspruch genommen. Kann die Politische Gemeinde als Erteilerin von Wasserkonzessionen dem Energiebetreiber einen passenden Konzessionspreis anbieten, wird sich längerfristig eine nicht vernachlässigbare Wertschöpfung generieren lassen. Nicht zu vergessen ist der Aufschwung des lokalen Baugewerbes, welches ein solches Projekt nur zu gerne in Angriff nehmen würde.

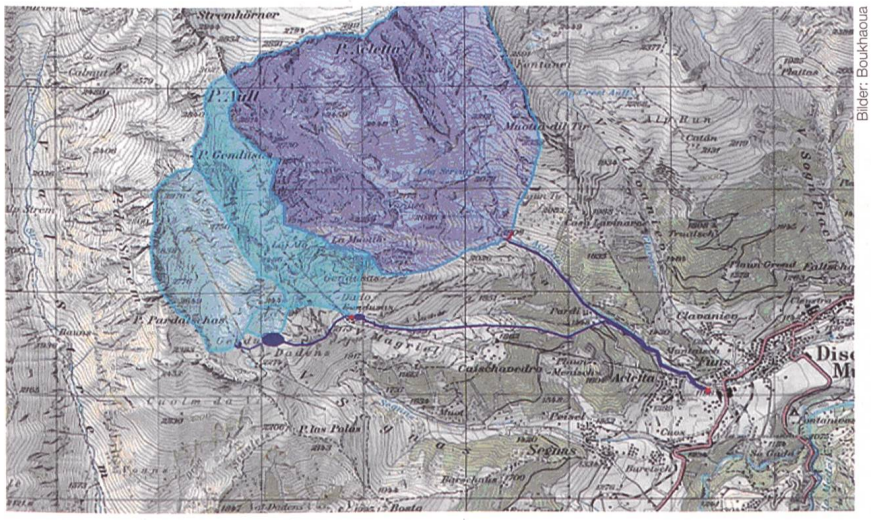
Vorgängige Abklärung

Bei der Planung ist es notwendig, sich über spezifische, auf das einzelne Projekt zutreffende Faktoren im Klaren zu sein. Eine Kombination kann gemeinsame Ressourcen verbinden, muss aber nicht. Nicht jedes Skigebiet ist dafür geeignet, neben der Beschneiungsanlage gleichzeitig ein kleines Wasserkraftwerk zu betreiben. Die Erfahrung bei ähnlichen Projekten zeigt, dass in der Praxis den folgenden 5 wichtigsten Faktoren oft zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird:

- Neuprojektierung oder Erweiterung: Grundsätzlich unterscheiden sich Projekte, welche zusätzlich zu einer bestehenden Beschneiungsanlage ein Wasserkraftwerk planen, von einer vollständigen Neuplanung. Bei bestehenden Anlagen kann eine Planung schon alleine durch den Standort der Anlage grosse Einschränkungen mit sich bringen.
- Topologie: Je nach Lage des Skigebiets kann der Bau von Leitungen in verhältnismässig schlechtem Untergrund (z.B. Fels) erschwert, wenn nicht verunmöglicht werden. Dazu muss eine ausreichend grosse Fallhöhe zwischen Wasserspeicher und Turbine entstehen, damit genügend Wasserdruck aufgebaut werden kann.
- Restwassermenge: Abklärungen bezüglich natürlichen Wasserzuflusses und gesetzlich vorgeschriebener Restwassermenge sind für eine Kombination von technischer Beschneiung und Wasserkraft unerlässlich. Das permanente Nachfüllen der Wasserspeicher muss auch während der Sommermonate gewährleistet sein.
- Wasserkonzessionen von einer oder mehreren Gemeinden: Die Erteilung einer Wasserkonzession ist grundlegend für die weitere Planung einer kombinierten Anlage. Des Weiteren muss abgeklärt werden, welche Gemeinden für eine Erteilung zuständig sind, in welchem Abrechnungsschlüssel die Konzessionsgebühren verteilt werden und vieles mehr.
- Länge der gemeinsam genutzten Leitung: Je nach Lage der Wasserfassung kann die gemeinsam genutzte Leitungslänge variieren. Grundsätzlich ist eine möglichst grosse gemeinsame Leitungslänge erstrebenswert.

Das Vorgehen bei solchen Projekten kann sich in diesen Faktoren stark unterscheiden. Deshalb kann kein allgemeingültiges Vorgehen empfohlen werden. Um dennoch einen Einblick in die Planung eines

Bild 2 Die Schneilanze Nessy.



Bilder: Boukhaoua

Bild 3 Wassereinzugsgebiete westlich von Disentis.

solchen Projekts zu geben, wird im nächsten Abschnitt die Startplanung am Projekt Disentis aufgezeigt.

Vorgehen im Projekt in Disentis

Bei der Anlage in der Gemeinde Disentis galt es zuerst, den von den Bergbahnen Disentis (BD) vorgegebenen Beschneiungsplan zu beachten. Da die Skipisten der BD geografisch nicht veränderbar sind, wurde untersucht, wie gross die Wasserressourcen in dieser Region sind. Durch einen von der Rätia Energie (RE) angestellten Experten konnte festgestellt werden, dass es 2 voneinander unabhängige Einzugsgebiete gibt, welche nennenswerte Wassermengen beinhalten. Ein Einzugsgebiet ist der Bereich, aus welchem alle Abflüsse stammen (z.B. durch Niederschläge), die in ein Fliessgewässer abgeleitet werden und es damit speisen. Im Gebiet der BD sind dies einerseits das etwa 6 km^2 grosse und eher stärker durchflossene Einzugsgebiet des Aclettabachs, andererseits das kleinere Einzugsgebiet in der Region Gendusas (Bild 3).

Für eine genaue Eruierung der vorhandenen Abflüsse werden im Normalfall über 10 Jahre hinweg Wassermessungen an Ort und Stelle vorgenommen. Bei dringenden Projekten kann mithilfe hydrologischer Berechnungen von ähnlichen Einzugsgebieten eine kürzere Messdauer veranschlagt werden.

Aus den beiden Projektvorgaben (Beschneiungsplan und Wassermessungen) liess sich ein Schema darstellen, wie eine Kombination der beiden Anlagen aufgebaut werden müsste. Aus diesem Schema lässt sich dann erkennen, welche Bereiche reine Beschneiungsabschnitte darstellen würden und welche Abschnitte für eine Kombination infrage kämen.

Da der für die Beschneiung notwendige Druck (+15 bar) möglichst schnell aufgebaut werden muss, ist es sinnvoll, dass ein kleiner Abschnitt unterhalb des Kopfspeichers eine reine Beschneiungsleitung darstellt, während sich andere Abschnitte ideal für eine Kombination eignen.

Durch das Projektschema konnten die Synergieeinsparungen berechnet und aufgezeigt werden. Im weiteren Verlauf galt es, anhand dieser Vorgaben die Bruttoleistung des Wasserkraftwerks zu bestimmen und eine Investitionsrechnung durchzuführen. Die Resultate der Untersuchung lieferten für die Interessengruppen des Projekts die nötigen Grundlagen für die Entscheidung über eine Realisation. Verhandlungsgespräche zwischen den Interessengruppen bezüglich Wasserzins, Wasserkonzession und Kostenaufteilung verlangen Kompromissbereitschaft. Somit könnte dem Bau einer kombinierten Wasserkraft-Beschneiungs-Anlage nichts mehr im Wege stehen.

Potenzial für kombinierte Anlagen

In der Schweiz existieren zurzeit rund 220 Mio. m^2 Pistenfläche. Davon werden im Winter regelmässig ca. 19% technisch beschneit. Im Vergleich zu Italien, wo 68% aller Pisten künstlich beschneit werden, ist es durchaus realistisch anzunehmen, dass sich im Hinblick auf die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Skigebiete die Zahl auch in der Schweiz künftig nach oben korrigieren wird [1].

Im groben Durchschnitt werden für eine künstliche Schneedecke von 20 cm Höhe rund 9000 kWh/ha aufgewendet. Dies bedeutet für die gesamte Beschneifläche einen Energiebedarf von rund 40 Mio. kWh/Jahr. Vergleicht man den Energiebedarf mit der Jahresproduktion eines Kernkraftwerks vom Typ Beznau 1, Beznau 2 oder Mühleberg, so macht dies ca. 1,4% aus.

Eine Schätzung des möglichen Potenzials für die Schweiz ist relativ schwierig und nur in groben Durchschnittswerten anzugeben. Da die Topologie, die Geologie, die touristische Landschaft usw. in den Gebieten der Schweiz sehr unterschiedlich sind und auf diesem Gebiet so gut wie keine Statistikwerte bezüglich künstlicher Beschneiung und deren Auswirkungen bestehen, macht es durchaus Sinn, für eine Potenzialschätzung die Werte des Projekts in Disentis auf das Gebiet der Schweiz hochzurechnen. Folgende Annahmen spielen für die Skalierung eine zentrale Rolle:

- In 30 Jahren werden 50% der Pistenflächen technisch beschneit.
- Ein durchschnittlicher Wert für die Nutzung des Wasserkraftwerks während der Sommermonate sei 1000 h.
- Bei rund 50% aller Bergbahnbetreiber könnte eine kombinierte Wasserkraftanlage betrieben werden.

Résumé

Combinaison d'installations d'enneigement et de petites centrales hydrauliques

Les éléments infrastructurels des installations d'enneigement offrent un potentiel pour de nouvelles petites centrales hydrauliques. Dans le monde entier, on cherche de nouvelles méthodes de production d'électricité. Dans ce contexte, on remarque que les installations d'enneigement nécessitent en partie les mêmes éléments d'infrastructure que les petites centrales hydrauliques. Parmi les éléments essentiels pour leur exploitation, citons – outre le courant électrique – des quantités d'eau suffisantes et des conduites de distribution. On construit donc des bassins d'accumulation et des stations de pompage qui, durant les périodes où l'eau n'est pas nécessaire à l'enneigement, pourraient servir à exploiter de petites centrales hydrauliques. Il y a ici encore un potentiel considérable pour de nouvelles petites centrales.

- Der Durchschnittswert der Turbinenleistung für die Schweiz liege bei ca. 65% der Projektleistung in Disentis.

Wie die Tabelle zeigt, ergibt sich aus der Rechnung ein künftiges Potenzial von 1,2 TWh/Jahr (50% technisch beschneite Pisten) beziehungsweise ein heutiges Potenzial von 0,5 TWh/Jahr (19% technisch beschneite Pisten).

Vergleich mit dem Stromverbrauch der Schweiz

Im Jahr 2007 verbrauchte die Schweiz gesamthaft 57,4 TWh an Energie, Tendenz steigend. Könnten in Zukunft rund 50% der Bergbahnbetreiber kombinierte Wasserkraft betreiben, wäre man theoretisch in der Lage, 1,04% (0,6 TWh/Jahr) des gesamten Energieverbrauchs von 2007 der Schweiz abzudecken. Der Mehrverbrauch der zusätzlichen technischen Beschneiung darf keineswegs vergessen werden. Er ist jedoch, im Vergleich zur Mehrproduktion, um einiges geringer.

Schlussbemerkung

Das Potenzial kombinierter Anlagen ist durchaus vorhanden. Im Hinblick auf die Stromknappheit in der Schweiz und auch in Europa sind es genau solche innovativen Ideen, die zur Verhinderung einer Stromlücke ihren Teil beitragen können. Wie gross Ihre Rolle in Zukunft sein wird, ist schwer abzuschätzen, denn wie bei allen neuen Projekten liegt es in der Kompetenz der Interessenpartner, genauere Abklärungen zu treffen und eine für alle akzeptable Lösung zu finden. Die finanziellen Folgen für ein Projekt in dieser Grössenordnung dürfen nicht unterschätzt werden. Umso wichtiger ist es, dass keiner der Interessenpartner zu kurz kommt.

Referenzen

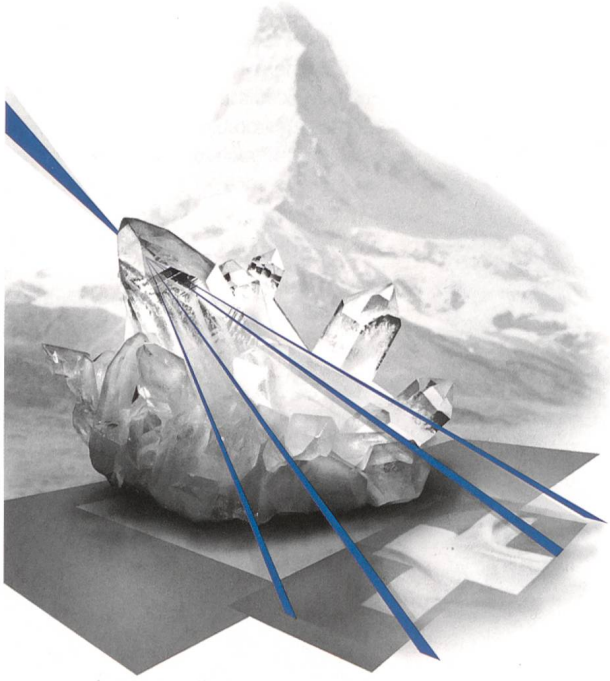
[1] Schweizerisches Lawinen-Forschungs-Institut, SLI; Klimawandel und Wintertourismus: Ökologische und ökonomische Auswirkungen von technischer Beschneiung; www.wsl.ch/forschung/forschungsprojekte/klimawandel_wintertourismus/Schlussbericht_Klimawandel_und_Wintertourismus_.pdf, zuletzt besucht am 18. August 2008.

Angaben zum Autor

Salah Boukhaoua hat in Chur den Bachelor-Studiengang in Wirtschaftsingenieurwesen absolviert. Er arbeitet heute als Projektmanager bei der Teravis AG in Olten, einem Beratungsunternehmen für Energieversorgungsunternehmen, und ist insbesondere im Vertragswesen, im Energiedatenmanagement und in der Netznutzungsentgeltberechnung tätig.
Teravis AG, 4600 Olten,
salah.boukhaoua@teravis.ch

Anzeige

ESL-EVU®



Datenaustausch mit

ESL-EVU

Über 100 Energieversorgungsunternehmen nutzen unsere Software ESL-EVU für den standardisierten Datenaustausch.

Wir danken Ihnen für dieses Vertrauen und sind auch in Zukunft gerne für Sie da.

Encontrol

Encontrol AG
Bremgartenstrasse 2
CH-5443 Niederrohrdorf

Tel. +41 56 485 90 44
Fax +41 56 485 90 45
E-Mail info@encontrol.ch
www.encontrol.ch