



Christoph Schlotter
Bauingenieur FH

Projektleiter Emch +
Berger AG, Bern
christoph.schlotter@
emchberger.ch

Heizen mit warmem Bergwasser

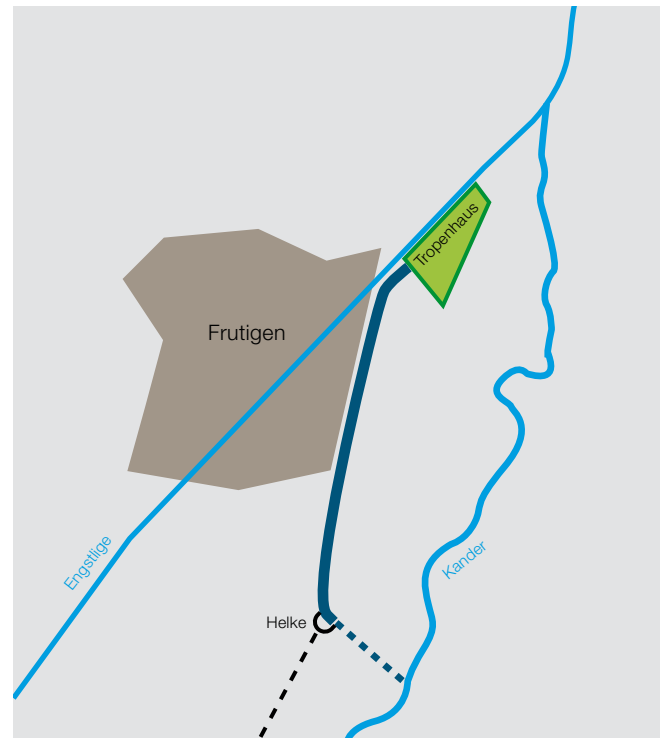
Frutigen nutzt das Wasser aus dem Lötschberg-Basistunnel zur Wärmeengewinnung

Am Nordportal des Lötschberg-Basistunnels in Frutigen treten täglich gut 9000 Kubikmeter Bergwasser aus. Aufgrund seiner relativ konstanten Temperatur von rund 19 Grad Celsius würde eine direkte Einleitung in die Kander das Fließgewässer vor allem in den Wintermonaten zu stark erwärmen. Zum Schutz der Wasserlebewesen muss das warme Bergwasser deshalb vorgängig gekühlt werden. Dies geschieht in Frutigen durch den Wärmeentzug für ein derzeit entstehendes Tropenhaus, das die überschüssige Energie zur Produktion von wärmeliebenden Speisefischen und tropischen Früchten nutzen wird. Auch das getrennt vom Bergwasser abgeleitete Tunnelabwasser wird durch ein ausgeklügeltes System überwacht, damit die Einhaltung der Umweltauflagen garantiert ist.

Gut 100 Liter Bergwasser pro Sekunde fließen am Nordportal des 2007 eingeweihten Lötschberg-Basistunnels (LBT) aus den Röhren. Es entstammt hauptsächlich den Kalkschichten der Doldenhorn-Decke, die der Tunnel unterhalb des Kander- und Gasterntals durchquert. Entwässert wird eine Strecke von 14,8 Kilometer vom Scheitelpunkt des Bauwerks auf gut 828 Meter über Meer bis zum knapp 52 Meter tiefer gelegenen Nordausgang bei Frutigen. Im Berg wird das dem Tunnel zufließende Wasser mit einem Drainagesystem gefasst und in geschlossenen Leitungen zu den beiden Portalen abgeleitet. Auf der längeren Strecke südlich des Tunnelscheitels gelangt es bei Raron VS in die Rhone. Dank einem Überleitpumpwerk im Tunnel besteht die Möglichkeit, Bergwasser aus dem Kanton Bern auch über den Scheitelpunkt ins Wallis abzuführen.

Zu warm für die Kander

Bedingt durch die Tiefe des Basistunnels unter der Geländeoberfläche weist das Bergwasser – als Folge des geothermischen Wärmestroms – eine relativ konstante Temperatur von rund 19 Grad Cel-



Grafik 3 Situationsplan von Frutigen mit der Freispiegelleitung (dunkelblau) für das Bergwasser vom Tunnelportal Helke zur Engstlige. Im derzeit entstehenden Tropenhaus (hellgrünes Dreieck) wird dem warmen Bergwasser ab Herbst 2009 ein Teil der Wärmeenergie entzogen.

sius auf. Bei einer direkten Einleitung in die Kander könnte dieses Drainagewasser das Fließgewässer vor allem bei Niedrigwasser im Winter übermässig erwärmen und dadurch insbesondere die Fischbestände beeinträchtigen. Der Bergfluss hat eine grosse Bedeutung als Aufstiegs- und Laichgewässer für die stark gefährdete Seeforelle, die im Winter in der Kander ablaicht. Gestützt auf die Gewässerschutzgesetzgebung haben die Bewilligungsbehörden deshalb verfügt, dass sich die Wassertemperatur der Kander durch die Einleitung von Bergwasser aus dem Lötschberg-Basistunnel Nord maximal um 0,5 Grad Celsius erhöhen darf.



Nordportal des 2007 eröffneten Lötschberg-Basistunnels bei Frutigen. Das relativ warme Sickerwasser aus dem Berg wird schon bald für den Betrieb eines Tropenhauses genutzt.

Für die Südseite gelten gemäss der Plangenehmigungsverfügung die Vorschriften für Gewässer der Forellenregion, was in der Rhone nach weitgehender Durchmischung einer zulässigen Temperaturerhöhung um 1,5 Grad entspricht. Dabei darf die Wassertemperatur 25 Grad Celsius allerdings nicht übersteigen. Im Fall einer Ableitung von Bergwasser aus dem Nordteil ins Wallis sind bei Niedrigwasserstand der Rhone zwischen November und März Messungen der Wassertemperatur durchzuführen, die mindestens einmal pro Monat je einen Kilometer oberhalb und unterhalb der Einleitstellen erfolgen müssen.

Abkühlung durch Wärmenutzung

Durch eine indirekte Einleitung des Bergwassers über die Engstlige, die unterhalb von Frutigen in den Talfluss mündet, lässt sich das Problem einer Erwärmung der Kander erheblich vermindern. Aus diesem Grund hat man vom Nordportal bis zur Engstlige eine Freispiegelleitung erstellt. Bei geringen Abflüssen in beiden Fliessgewässern könnte es aber auch mit dieser Lösung immer noch zu Situationen kommen, in denen die Kander die zulässige Temperaturerhöhung überschreitet. Hier kommt fallweise das im Basistunnel installierte Pumpwerk zum Einsatz, um Bergwasser bei Bedarf in die Rhone abzuleiten.

Verschiedene Studien zu möglichen Massnahmen für eine umweltverträgliche Abkühlung des Bergwassers in den Wintermonaten vor seiner Einleitung in die nahen Fliessgewässer mündeten schliesslich in das innovative Projekt eines privatwirtschaftlich betriebenen Tropenhauses. Ab Herbst 2009 will man die Erdwärme aus dem Basistunnel in Frutigen für die Produktion von

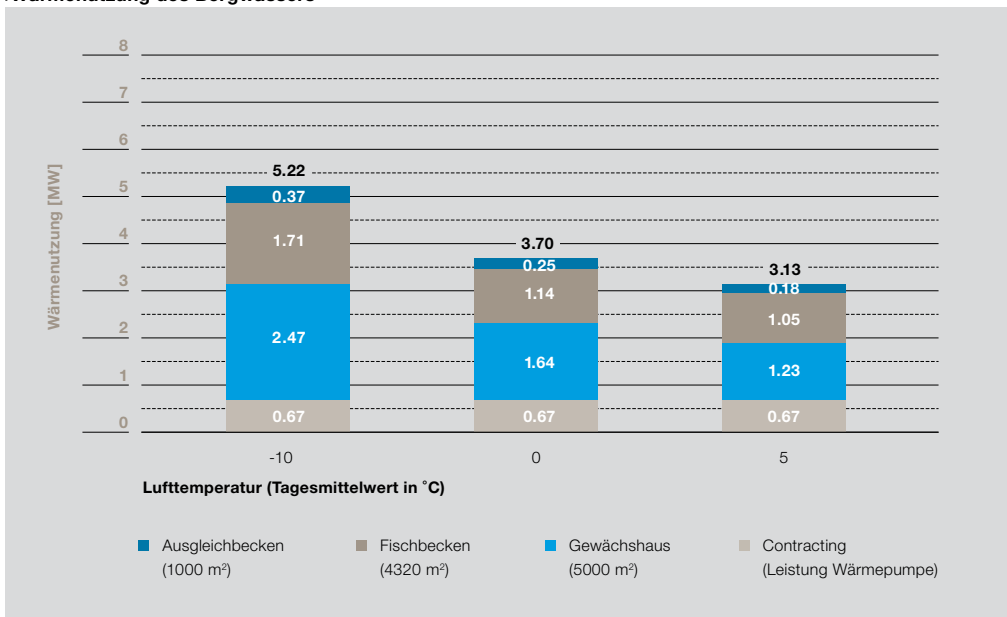
wärmeliebenden Fischen sowie von tropischen Pflanzen und Früchten nutzen. Die Bernischen Kraftwerke (BKW) als Energiepartner gewährleisten die erforderlichen Klimabedingungen für das Projekt, indem sie dem Bergwasser mit einer Wärmepumpe die überschüssige Energie entziehen. Neben der Warmwasseraufbereitung für die Fischzuchtbecken und der Heizenergie für Gewächshaus und Besucherbereiche werden im Rahmen eines Nahwärmeverbunds auch benachbarte Firmen wie die BLS mit Heizwärme beliefert.

Mess- und Überwachungskonzept

Die Sicherstellung und Kontrolle der Einleitbedingungen in die Kander erfolgt durch die Einfache Gesellschaft EG Kältecontracting, in der die Tropenhaus Frutigen AG und die BKW mit ihrem Wärmeverbund vertreten sind. Kann sie den Wärmeüberschuss während der Übergangsphase nicht alleine verwerten, erstattet sie Meldung an das Tunnelleitsystem der BLS. Bevor die kritische Erwärmung der Kander von 0,5 Grad Celsius erreicht wird, teilt man dem Tunnelbetreiber aufgrund der eigenen Berechnungen die Menge des abzuführenden Bergwassers und den Zeitraum für dessen Ableitung in die Rhone mit. Für solche Überleitungen ins Wallis, die auf höchstens 20 Liter pro Sekunde (l/s) beschränkt sind, ist die BLS verantwortlich.

Um auf der Nordseite die für eine Einleitung in die Fliessgewässer zulässige Menge und Temperatur des Bergwassers bestimmen und überwachen zu können, erstellt die EG Kältecontracting laufend eine Energiebilanz. Sie berücksichtigt dabei wichtige Einflussfaktoren wie unter ande-

Wärmenutzung des Bergwassers



Grifik 4 Mögliche Abwärmenutzung in Megawatt aus dem Bergwasser des Lötschberg-Basistunnels in Frutigen durch das Tropenhaus und weitere Nutzer – in Abhängigkeit unterschiedlicher Lufttemperaturen von –10 bis +5 Grad Celsius.

rem die Abflussmenge und Wassertemperatur der Vorfluter Kander und Engstlige. Die betreffenden Daten werden vom kantonalen Wasserwirtschaftsamt WWA kontinuierlich erfasst und auch Dritten wie der EG Kältecontracting zur Verfügung gestellt.

Energiepotenzial des Bergwassers

Um im Hinblick auf das geplante Tropenhaus Erfahrungen mit der Zucht von wärmeliebenden Fischen – wie Stör und Flussbarsch – sammeln zu können, wird beim Tunnelportal Helke in Frutigen bereits heute eine entsprechende Pilotanlage betrieben. Für dieses Forschungsprojekt zweigt man im Dienststollen Kandertal etwa 20 Liter warmes Bergwasser pro Sekunde ab. Für die Hauptanlage geht man deshalb von einer energetisch nutzbaren Wassermenge aus dem Berg von

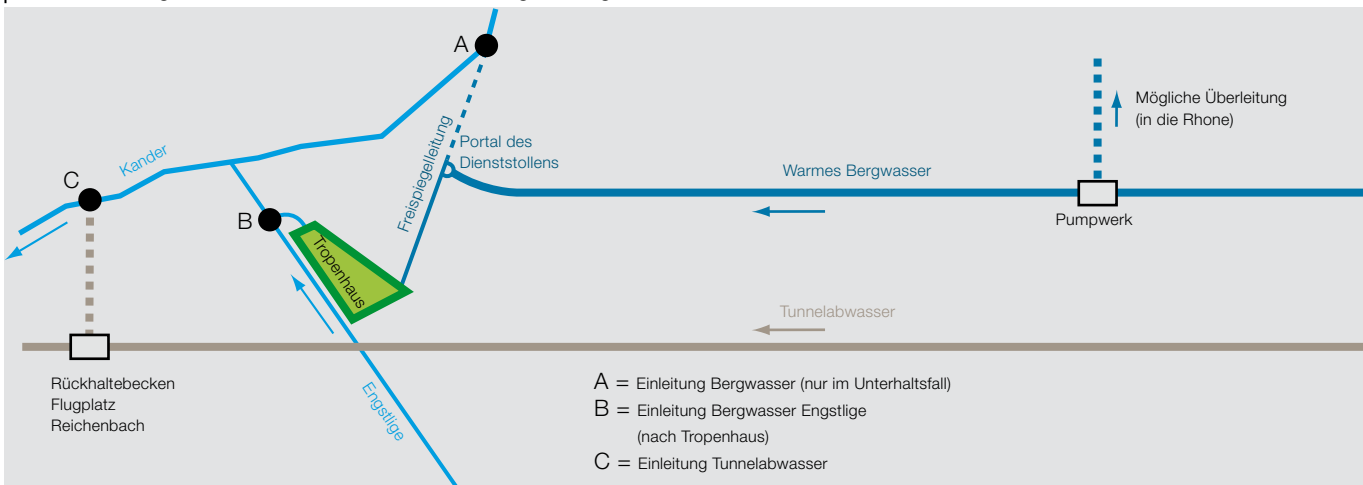
durchschnittlich 85 l/s aus, was bei 19 Grad Celsius einem Energieinhalt von 6,83 Megawatt entspricht.

Damit sich die vorgegebene Temperaturlimite für eine Einleitung des Bergwassers in die Kander einhalten lässt, muss diesem etwa von Mitte Dezember bis anfangs März Wärmeenergie entzogen werden. Idealerweise fällt die Winterperiode mit dem grössten Abkühlungsbedarf auch mit den tiefsten Lufttemperaturen zusammen, so dass der Betrieb des Tropenhauses in dieser Zeit am meisten Wärmeenergie benötigt. Die kontinuierliche Ermittlung von Lufttemperatur und Luftdruck dient den Betreibern – neben den Daten der Tunnelmessstellen und des WWA – als weitere wichtige Grundlage für die Berechnung und Steuerung der Abwärmenutzung.



Die bisherigen Versuche mit der Zucht von Stören in Frutigen verliefen erfolgreich. Mit der Abwärme aus dem Tunnelwasser wollen die Betreiber des derzeit entstehenden Tropenhauses künftig neben dem Fischfleisch auch Kaviar produzieren.

Schema der Bergwasser- und Tunnelabwassereinleitung in Frutigen



Einlauf des Bergwassers aus dem Lötschberg-Basistunnel in die Engstlige.

Beim gegenwärtigen Anfall von Bergwasser reicht die Abkühlung durch den Wärmeverbund aus, um die Einleitbedingungen der Behörden nach Inbetriebnahme des Tropenhauses einzuhalten. Erst bei einem Zufluss von 110 l/s wäre es nötig, im Januar vorübergehend eine Wassermenge von 12,5 l/s ins Wallis zu pumpen.

Situation ohne Wärmenutzung

Die Einleitbedingungen für die Gewässer gelten auch ohne Wärmenutzung des Bergwassers durch Dritte. Um die Temperaturlimite von 0,5 Grad Celsius einhalten zu können, muss dem Bergwasser – unter den gegebenen Bedingungen – bei minimalen Abflüssen in Kander und Engstlige während der Wintermonate eine Wärmeenergie von zirka 3,1 Megawatt entzogen werden. Bei der mittleren Wassertemperatur von 19 Grad Celsius entspricht dies einer Wassermenge von rund 39 l/s. Solange das Tropenhaus noch nicht in Be-

trieb ist, sollte also theoretisch soviel Bergwasser ins Wallis abgeleitet werden. Wegen der Höchstbeschränkung auf 20 l/s kommt dies aber nicht in Frage, so dass eine Differenz von 19 l/s bleibt. Wird dieser Rest ebenfalls in die Kander eingeleitet, erwärmt sie sich zusätzlich um 0,17 Grad Celsius. Unter ungünstigsten Verhältnissen kann man somit insgesamt von einer maximalen Temperaturerhöhung des Flusswassers um 0,7 Grad Celsius ausgehen. Für die Jahre 2008 und 2009 hat das Bundesamt für Umwelt einen entsprechenden Antrag der Tunnelbetreiber genehmigt. Demnach darf die zulässige Temperaturerhöhung des Kanderwassers während etwa 20 Tagen pro Jahr um maximal 0,2 Grad Celsius überschritten werden. ■

Weitere Informationen:

www.tropenhaus-frutigen.ch

www.bls.ch > Infrastruktur > NEAT

Überwachung des Tunnelabwassers

Die gesetzlichen Anforderungen für die Einleitung von Tunnelabwasser in die Gewässer sind in der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung festgelegt. Zusätzlich hat das GSA für den neuen Lötschberg-Tunnel verfügt, der Gehalt an gelösten organischen Kohlenstoffen (DOC) im Vorfluter dürfe sich nach weitgehender Vermischung nicht verändern. Zur Überwachung des Tunnelabwassers wird dieses vor der Einleitung in die Gewässer mit automatischen Messgeräten kontinuierlich untersucht. Damit will man auch kleinere Verluste von wassergefährdenden Flüssigkeiten möglichst sofort erkennen. Dazu dienen zwei Messstellen in Frutigen und Raron. Sie erfassen permanent Daten zu den Parametern Volumenstrom, Wassertemperatur, elektrische Leitfähigkeit, Trübung, pH-Wert und Ölmenge, die teilweise als Indizien für das Vorkommen diverser Chemikalien dienen. Im Messschacht bei Frutigen wird das Tunnelabwasser zusätzlich im Hinblick auf Gasvorkommen und Dämpfe überprüft. Um auch Substanzen eruieren zu

können, die sich nur mittels Laboranalysen nachweisen lassen, ist in beiden Messstellen ein automatisiertes Probenahmegerät installiert. Die Erfassung, Übertragung und gewählte Speicherung der Daten ermöglichen sowohl eine Überwachung in Echtzeit als auch die Dokumentation von Zeitreihen der kontinuierlichen Messungen. Werden bestimmte Grenzwerte über- oder unterschritten, erfolgen ergänzend ereignisorientierte Probenahmen. Bei einem Ereignis mit wassergefährdenden Stoffen wird das Tunnelabwasser vor der Einleitung in die Kander gefasst und in den bestehenden Rückhaltebecken gesammelt. Tritt ein solcher Störfall ein, sind zusätzliche Untersuchungen bezüglich Schadstoffen vorgesehen. Für die Entleerung des 1400 Kubikmeter fassenden Rückhaltebeckens wird das Wasser je nach Verschmutzungsgrad in die öffentliche Kanalisation gepumpt oder mit Zisternenwagen zur weiteren Behandlung abtransportiert.



Bei einem Störfall mit wassergefährdenden Stoffen wird das Tunnelabwasser vor der Einleitung in die Kander gefasst und im 1400 Kubikmeter fassenden Rückhaltebecken zwischengelagert.