

Schlussbericht August 2004

Wärmenutzung Tunnelwasser Basistunnel Gotthard, Südportal

Machbarkeitsstudie Phase II.

ausgearbeitet durch
Ch. Dups

Gruneko AG
Güterstrasse 137, 4002 Basel

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft entstanden.
Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses
Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung und Empfehlung

Das im Basistunnel anfallende Bergwasser wird vom Betriebswasser getrennt abgeleitet. Die **Prognose der AlpTransit** (Stand 2001) geht am Portal Süd von **80-460 Liter Bergwasser pro Sekunde** aus, bei einer Temperatur von **30-35 °C**. Der Tunneldurchstich erfolgt voraussichtlich zwischen 2008-1010 (Terminsituation Stand 2002).

Das Bergwasser könnte ohne Abkühlung bis zu einem Abfluss von 39L/s in den Ticino resp. bis 110 L/s in den Zusammenfluss von Brenno und Ticino geleitet werden. Dies wäre bei einer Leitungsführung bis Biasca möglich.

Es bieten sich nachstehende **Nutzungsmöglichkeiten**:

- Tropenhaus, Fischzucht
- Gewächshäuser
- Wellnessbad Bodio
- Nahwärmeversorgungen
- Einzelnutzungen für Heizzwecke
- Pavillion AlpTransit in Pollegio
- Thermische Nutzung von Bergwasser und anschliessende Aufbereitung zu Trinkwasser

Bezogen auf den unteren Prognosewert (44'000 MWh/a) beträgt mit **11'180 MWh/a** der ausgewiesene **mögliche Bergwassernutzungsgrad 25%** (ohne Tropenhaus). Die Direktnutzung von Tunnelwasser zu Heizzwecken für Gewächshäuser und Einzelschliessler mit EMWP beträgt davon 2'920 MWh/a.

Die Wärmegestehungskosten der Nahwärmeversorgung liegen zwischen 9.0 und 12.9 Rp/kWh verkaufter Wärme, **Mittelwert 10.1 Rp/kWh**. Nicht berücksichtigt sind Förderbeiträge. Der Bezugspreis für Elektrizität für die Wärmepumpen wurde dabei für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit 17 Rp/kWh vergleichsweise hoch angenommen.

Mit der Bergwassernutzung wird **fossiler Brennstoff** (Heizöl) **eingespart**. Die Reduktion der CO₂-Emissionen (ohne Tropenhaus, ohne Wellnessbad) beträgt ca. 3'200 To/a (-75%). Dies ist ein **Beitrag zu „Energie Schweiz“**.

Ein möglicher **Zeitplan für die Realisierung** und **offene Fragen** sind im Kapitel 7 aufgeführt. Aus heutiger Sicht ist ab 2006 eine Konkretisierung des Projektes erforderlich.

Fazit: Die Bergwassernutzung ist möglich und wirtschaftlich. Politische Weichenstellungen sind notwendig (Nutzung auf den Gemeindegebieten Bodio, Pollegio und Biasca). Aktualisierte und genauere Bergwasserprognosen sind auf 2006/07 zu erwarten. Es besteht eine hohe Sensitivität der Wärmegestehungskosten mit dem Strompreis und mit dem Anschlussgrad. Im Kontext mit einem eventuellen Tropenhaus sollte mit der AlpTransit das Gespräch betreffend Bergwasserableitung weitergeführt werden.

Riassunto e raccomandazione

L'acqua geotermica captata nel tunnel di base verrà canalizzata separatamente dall'acqua d'esercizio. **La stima di AlpTransit** (stato 2001) prevede al portale Sud una portata di **80-460 litri al secondo di acqua geotermica**, a una temperatura di **30-35 °C**. Il congiungimento dei due trafori del tunnel avverrà presumibilmente tra il 2008 e il 2010 (stato 2002).

La portata d'acqua geotermica che potrebbe venir scaricata in un ricettore naturale senza raffreddamento ammonta a 39 l/s per il fiume Ticino rispettivamente a 110 l/s al congiungimento dei fiumi Brenno e Ticino. La seconda possibilità sarebbe possibile solo nel caso di una condotta fino a Biasca.

Per l'acqua geotermica sono proponibili i seguenti **utilizzi**:

- Giardino tropicale, allevamento di pesci
- Serre
- Centro termale a Bodio
- Teleriscaldamento
- Allacciamenti individuali a scopo di riscaldamento
- Pavillion AlpTransit a Pollegio
- Utilizzo termico e susseguente trattamento di potabilizzazione dell'acqua

Considerando il valore inferiore delle previsioni (44'000 MWh/a), **il possibile grado di utilizzo dell'acqua geotermica ammonta al 25%**, ossia **11'180 MWh/a** (senza giardino tropicale). L'utilizzo diretto di acqua geotermica per riscaldamento di serre e allacciamenti singoli con termopompa elettrica è di 2'920 MWh/a.

I **costi di produzione del calore** per il teleriscaldamento variano tra 9.0 e 12.9 cts al kWh di calore venduto, **valore medio 10.1 cts/kWh**. In questi prezzi non sono stati considerati eventuali sussidi. Il prezzo d'acquisto per l'elettricità per le termopompe è stato ipotizzato relativamente alto (17 cts/kWh).

Utilizzando l'acqua geotermica viene **risparmiato combustibile fossile** (nafta). La riduzione delle emissioni di CO₂ (senza considerare il giardino tropicale e il centro termale) ammonta a ca. 3'200 tonnellate l'anno (-75%). Questo è un **contributo a SvizzeraEnergia**.

Nel capitolo 7 sono presentati il possibile **programma di realizzazione** e le **domande ancora aperte**. Secondo le previsioni attuali è necessario la concretizzazione del progetto dal 2006.

Prospettive: L'utilizzo di acqua geotermica è possibile ed economico. Sono necessarie decisioni politiche (utilizzo nelle zone dei comuni di Bodio, Pollegio e Biasca). Previsioni attualizzate e più precise relative al quantitativo d'acqua sono

attese per il 2006/2007. La sensitività del costo di produzione del calore al costo dell'elettricità è alto, così come quello al grado di allacciamento. Per un eventuale giardino tropicale occorre proseguire le discussioni relative alla condotta dell'acqua geotermica con AlpTransit.

Inhaltsverzeichnis	Seite
Zusammenfassung und Empfehlung	I
1 Einleitung	1
2 Grundlagen und bisherige Studien zur Bergwassernutzung	1
3 Tunnelwassernutzung und Wärmeabnehmer	2
3.1 Nutzungsmöglichkeiten	2
3.2 Bergwassernutzung Bodio	4
3.2.1 Nahwärmeversorgung Bodio	4
3.2.2 Wellnessbad Bodio	4
3.3 Bergwassernutzung Pollegio	5
3.4 Bergwassernutzng Biasca	6
3.4.1 Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum	6
3.4.2 Nahwärmeversorgung Biasca Berufs- und Mittelschule	7
3.4.3 Nahwärmeversorgung Biasca Süd	8
4 Tunnelwassergewinnung	9
4.1 Wärmequellenangebot	9
4.2 Einleitbedingungen	9
4.3 Fassung und Ableitung des Tunnelwassers	10
5 Wärmeerzeugung	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Nahwärmeversorgung Bodio	13
5.2.1 Technisches Konzept	13
5.2.2 Auslegung	14
5.2.3 Wellnessbad Bodio	15
5.3 Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum	15
5.3.1 Technisches Konzept	15
5.3.2 Auslegung	16
5.4 Nahwärmeversorgung Biasca Berufs- / Mittelschule und Umgebung	17
5.4.1 Technisches Konzept	17
5.4.2 Auslegung	18
5.5 Nahwärmeversorgung Biasca Süd	19
5.5.1 Technisches Konzept	19
5.5.2 Auslegung	20
5.6 Bergwasser-Nutzungsgrad	21
6 Wärmeverteilung Nahwärmeversorgungen	23
6.1 Wärmeverteilung	23
6.2 Wärmeübergabe	23

7	Investitionen und Wirtschaftlichkeit	24
7.1	Annahmen für Wirtschaftlichkeitsberechnung	24
7.2	Nahwärmeversorgung Bodio	26
7.3	Nahwärmeversorgungen Biasca	28
7.3.1	Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum	28
7.3.2	Nahwärmeversorgungen Biasca. Berufs-/Mittelschule und Umgebung	30
7.3.3	Nahwärmeversorgungen Biasca Süd	32
7.3.4	Wärmegestehungskosten Biasca	33
7.4	Wärmegestehungskosten Einzelanlagen	34
7.5	Vergleich der Wärmegestehungskosten	35
8	Offene Fragen und Abklärungen bezüglich Realisierung	37
8.1	Möglicher Zeitplan für die Realisierung	37
8.2	Offene Fragen und Empfehlungen	37
9	Umweltaspekte	39

Verzeichnis Anhang

- A) Übersicht Portal Süd und Bergwasserableitung
- B) Mögliche Tunnelwassernutzung in der Übersicht.
- C) Nahwärmeversorgung mit Tunnelwassernutzung. Gebiet Bodio
- D) Mögliche Bergwassernutzung für Heizzwecke in Pollegio
- E) Nahwärmeversorgung mit Tunnelwassernutzung. Gebiet Biasca Zentrum
- F) Nahwärmeversorgung mit Tunnelwassernutzung. Gebiet Biasca Berufs-und Mittelschule und Biasca Süd
- G) Stellungnahmen zum Schlussbericht
 - Kanton Tessin, M. Briccola, 1.6.2004
 - AET, P.A. Ceschi, 3.6.2004
 - Bemerkungen Gruneko AG zu den Stellungnahmen M. Briccola und P.A. Ceschi
 - L. Rybach, 21.2.2004
 - Bemerkungen Gruneko AG zur Stellungnahme L. Rybach, 8.9.2004

1 Einleitung

Im Auftrag des Bundesamt für Energie (BfE) werden durch die Gruneko AG, Basel, für **den Basistunnel Gotthard, Südportal**, die **Bergwasser-Nutzungsmöglichkeiten** aufgezeigt. Untersucht werden technisch/wirtschaftliche Versorgungsmodelle unter Einbezug der aktuellen Daten Tunnelwasser.

Beteiligte an der **Machbarkeitsstudie** sind

- CSD Tre Laghi SA (Abklärungen Wärmeversorgungsgebiete)
- AlpTransit Gotthard AG (Daten Tunnelwasser, Situation Südportal)
- Gemeinden (Bodio und Biasca), Kantonale Verwaltung
- Regione Tre Valli

Dank der **finanziellen Unterstützung** konnte die Machbarkeitsstudie realisiert werden:

- Bundesamt für Energie (BfE)
- Aare-Tessin AG für Elektrizität, Olten
- Azienda Elettrica Ticinese (AET)
- Società Elettrica Sopracenerina SA, Locarno
- Gruneko AG Basel
- CSD Tre Laghi SA, Lugano

2 Grundlagen und bisherige Studien zur Bergwassernutzung

- Studio Colombo & Pedroni SA, 1999, Nutzungsmöglichkeiten und Potential
- Lucchini-David-Mariotta SA, 1999, Vorstudie
- AET, M. de Carli, 2001, Machbarkeitsstudie Nutzungsmöglichkeiten und ORC
- Gruneko AG, 2002, Wärmenutzung Tunnelwasser Basistunnel Gotthard und Lötschberg
- Prognose Bergwasser nach Angaben AlpTransit Gotthard AG (2001) und Besichtigung Südportal, S. Rossi (2002/3)
- CSD Tre Laghi SA, T. Bergomi, 2003, Abklärungen Wärmeversorgungsgebiete Bodio, Pollegio, Biasca und Aufnahme bestehende, grössere Heizungsanlagen
- SUPSI, 13.10.2003, Wärmebedarf Wellnessbad Bodio
- Emch+Berger AG, 2002, Bergwassernutzung in Tropenhaus

3 Tunnelwassernutzung und Wärmeabnehmer

3.1 Nutzungsmöglichkeiten

Im Bereich des Gotthard **Basistunnel Südportal** liegen die Gemeinden Bodio, Pollegio und Biasca. Die Entfernungen zum Portal, resp. Austritt Bergwasser beträgt zwischen 0.5 und 4.5 km. Siehe Anhang A.

In **Bodio** Süd besteht die Idee für den Bau eines Wellness-Bades. Ebenfalls in diesem Gebiet stehen 4 Wohn-Hochhäuser mit Ölfeuerungsanlagen, Baujahr 1995. Die Gemeindeverwaltung und Schulanlagen befinden sich im Zentrum von Bodio.

Pollegio hat die geringste Bebauungsdichte der drei betrachteten Gemeinden, liegt jedoch direkt am Trasse der Bergwasserleitung (Variante Einleitung Biasca)

Im Zentrum von **Biasca** befinden sich die Grundschule und die Gemeindeverwaltung. Ein Wärmeverbund mit Holzschnitzelfeuerung besteht bereits. Die Feuerungsanlage ist veraltet, das Verteilnetz ist in gutem Zustand. Im südlichen Teil von Biasca ist die Berufs- und Mittelschule. Die aus zwei Einheiten bestehende Wärmepumpenanlage, Baujahr 1995, nutzt erneuerbare Energie aus dem Grundwasser und im Winter die Abwärme der Kältemaschinen (benachbarte Eissporthalle). In der Umgebung der Berufs- und Mittelschule befinden sich grössere Wohnbauten. Weiter südlich stehen Wohnhochhäuser angrenzend zum Industrie-/Gewerbegebiet.

Aufgrund der Situation am Gotthard Südportal bieten sich nachstehende Nutzungsmöglichkeiten des Bergwassers an (Anhang B):

- **Nahwärmeversorgung Bodio**
Bodio Süd mit Wellnessbad und Hochhäuser
Bodio Zentrum mit Gemeindehaus und Schulanlagen
- **Pollegio**
Einzelanlagen zur thermischen Nutzung von Bergwasser (Gemeindehaus, Kirchgemeindehaus, private Wohnhäuser, Gewächshäuser im Gebiet Süd/Ost)
Besucherzentrum AlpTransit
- **Nahwärmeversorgung Biasca**
Biasca Zentrum mit Grundschule, Gemeindebauten und private Bauten (Wohnen, Dienstleistung)
Wärmeverbund Gewerbe- und Mittelschule und Einbezug von Wohnbauten in der Umgebung
Wärmeverbund Biasca Süd (Hochhäuser und angrenzendes Gewerbegebiet)

- **Thermische Nutzung von Bergwasser und anschliessende Aufbereitung zu Trinkwasser oder für Bewässerungszwecke**
- **Bergwasser zur Beheizung von Gewächshäusern**
- **Bergwasser zur Vorwärmung in Frei- oder Hallenbad**
- **Bergwassernutzung in Tropenhaus**
- **Bergwassernutzung für Fischzucht**

3.2 Bergwassernutzung Bodio

3.2.1 Nahwärmeversorgung Bodio

Das Versorgungsgebiet ist im Anhang C dargestellt. Ohne Einzelanlagen zur Bergwassernutzung.

Wärmeleistungs- und Energiebedarf werden mit Energiebezugsflächen und Energiekennzahlen ermittelt. Der Anschlussgrad ist im Endausbau mit 60% angenommen, öffentliche Bauten mit 100%.

	Wärmeleistung in kW Winter max.	Nutzwärmebedarf in MWh/a Raumwärme und Brauchwarmwasser
Bodio Süd (ohne Wellnessbad)	546	1'212
Bodio Zentrum	845	1'659
• Gemeindehaus (Palestra, Municipio)	255	374
• Schulen	205	389
• Wohnbauten	385	896
Total	1'391	2'871

Tabelle 1: Wärmeleistungsbedarf Bezüger Bodio, Endausbau

Es wird davon ausgegangen, dass mit der Nutzung von erneuerbarer Energie (Bergwasser), die Elektroboiler auf Boiler mit Heizregister umgerüstet werden.

3.2.2 Wellnessbad Bodio

Das Wellnessbad soll an der Via campacce errichtet werden (Anhang C).

Aufgrund des jetzigen Projektstandes beträgt der jährliche Wärmebedarf ca. 760 MWh/a. Der max. Wärmeleistungsbedarf im Winter liegt bei 200 kW.

3.3 Bergwassernutzung Pollegio

Wärmeleistungs- und Energiebedarf werden mit Energiebezugsflächen und Energiekennzahlen ermittelt. Der Wärmebedarf für die am Bergwasser-Trasse liegenden Bauten (Anhang D) ist wie folgt abgeschätzt:

	Wärmeleistung in kW Winter max.	Nutzwärmebedarf in MWh/a Raumwärme und Brauchwarmwasser
Gemeindehaus	48	66
Kirchgemeindehaus	34	53
Wohnhäuser	148	323
Gewächshäuser	650	980
Total	880	1'422

Tabelle 2: Wärmebedarf Einzelbezüger Pollegio

Es wird davon ausgegangen, dass mit der Nutzung von erneuerbarer Energie (Bergwasser), die Elektroboiler auf Boiler mit Heizregister umgerüstet werden.

Das Besucherzentrum der AlpTransit wird mit einer Ölfeuerung beheizt. Mit Inbetriebnahme des Basistunnel ist eine Umstellung auf Wärmepumpenbetrieb und Bergwassernutzung zu prüfen.

3.4 Bergwassernutzng Biasca

3.4.1 Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum

Das Versorgungsgebiet ist im Anhang E dargestellt. Ohne Einzelanlagen zur Bergwassernutzung.

Wärmeleistungs- und Energiebedarf werden mit Energiebezugsflächen und Energiekennzahlen ermittelt. Der Anschlussgrad ist im Endausbau mit 60% angenommen, öffentliche Bauten mit 100%.

	Wärmeleistung in kW Winter max.	Nutzwärmebedarf in MWh/a Raumwärme und Brauchwarmwasser
Grundschule, Bibliothek	295	538
Gemeindezentrum (Casa comunale, Pallazzo, Pretorio)	282	389
Wohnbauten, Dienstleistungen	619	1'257
Total	1'196	2'184

Tabelle 3: Wärmeleistungsbedarf Bezüger Biasca Zentrum, Endausbau

Es wird davon ausgegangen, dass mit der Nutzung von erneuerbarer Energie (Bergwasser), die Elektroboiler auf Boiler mit Heizregister umgerüstet werden.

Eine Gebietserweiterung im südlichen Zentrum ist nicht wirtschaftlich (geringe Wärmebedarfsdichte, lange Erschliessungsleitung). An der Via A. Giovannini existiert ein Wärmeverbund (Lombardi). In der Heizzentrale ist eine Holzschnitzelfeuerung in Betrieb, allerdings nur teilweise automatisiert. Angeschlossen sind umliegende Wohnbauten, ein Kindergarten sowie Gewächshäuser. Es sollte geprüft werden, ob die sich in nächster Nähe befindenden Wohnhäuser (Via Croce/General Guisan/ Lucerna) in diesen Wärmeverbund integriert werden können.

3.4.2 Nahwärmeversorgung Biasca Berufs- und Mittelschule

Für die **Berufs- und Mittelschule** ist der durchschnittliche Heizölverbrauch bekannt. Gesamtwärmebedarf und Anteil Wärmepumpenanlage ist abgeschätzt. Die Wärmepumpenanlage nutzt Grundwasser und im Winter die Abwärme der Kältemaschinen für Eissporthalle.

Wärmeleistungs- und Energiebedarf der **umliegenden Wohnbauten** wird mit Energiebezugsflächen und Energiekennzahlen ermittelt. Der Anschlussgrad ist im Endausbau mit 60% angenommen, ohne Einzelanlagen zur Bergwassernutzung.

Das Versorgungsgebiet ist im Anhang F dargestellt.

	Wärmeleistung in kW Winter max.	Nutzwärmebedarf in MWh/a <small>Raumwärme und Brauchwarmwasser</small>
Berufs- und Mittelschule	2'200	3'960
Wohnbauten	1'559	3'013
Total	3'759	6'973

Tabelle 4: Wärmeleistungsbedarf Bezüger Berufs- und Mittelschule, Endausbau

Es wird davon ausgegangen, dass mit der Nutzung von erneuerbarer Energie (Bergwasser), die Elektroboiler auf Boiler mit Heizregister umgerüstet werden.

3.4.3 Nahwärmeversorgung Biasca Süd

Wärmeleistungs- und Energiebedarf der Wohn- und Gewerbebauten wird mit Energiebezugsflächen und Energiekennzahlen ermittelt. Der Anschlussgrad ist im Endausbau mit 60% angenommen, ohne Einzelanlagen zur Bergwassernutzung.

Das Versorgungsgebiet ist im Anhang F dargestellt.

	Wärmeleistung in kW Winter max.	Nutzwärmebedarf in MWh/a <small>Raumwärme und Brauchwarmwasser</small>
Wohnbauten	645	1'489
Gewerbebauten	479	823
Total	1'124	2'312

Tabelle 5: Wärmeleistungsbedarf Bezüger Biasca Süd, Endausbau

Es wird davon ausgegangen, dass mit der Nutzung von erneuerbarer Energie (Bergwasser), die Elektroboiler auf Boiler mit Heizregister umgerüstet werden.

4 Tunnelwassergewinnung

4.1 Wärmequellenangebot

Das im Basistunnel anfallende Bergwasser wird vom Betriebswasser getrennt abgeleitet und zum Portal geführt.

Die Bergwasserentnahme für die Weiterleitung nach Bodio erfolgt direkt ab den beiden Tunnelleitungen Durchmesser 60 cm, am Bergportal. Die beiden Abgänge sind bereits realisiert.

Die Bergwasserentnahme für die Nutzung Biasca erfolgt ab Sammelleitung (Durchmesser 80cm) der beiden Tunnelröhren, nach dem Tagbauportal.

Die **Prognosewerte für das Bergwasser in der Betriebsphase** des Basistunnel stammen von AlpTransit Gotthard AG, Stand 2001:

Portal Bodio

Wassertemperatur am Portal	30-35 °C
Volumenstrom	80-460 Liter/s

Neue Prognosen durch die AlpTransit ca. 2006/07

Der Tunnelrohbau (Südabschnitt) ist ca. 2008 fertig. Ab diesem Zeitpunkt fliesst am Südportal Bergwasser und kann für Heizzwecke genutzt werden. Das heisst, Temperatur und Abfluss sind dann bekannt und die zukünftigen Verharrungswerte (Veränderung Felstemperatur im Tunnel, Beharrungszustand Bergwasser) können daraus besser abgestützt werden.

4.2 Einleitbedingungen

Das Bergwasser wird in den Ticino geleitet. Die Einleitung ist mit der Auflage verbunden, dass die **Fliessgewässertemperatur** sich **nach der Einleitung um max. 1.5°C erhöhen darf**. Die kritische Zeit ist der Winter, mit geringem Fliessgewässer-Abfluss und niedrigen Temperaturen.

Minimaler Abfluss Ticino bei Pollegio	610 Liter/s
Minimale Temperatur Winter	3.9 °C

Minimaler Abfluss Ticino bei Biasca, nach Zufluss Brenno	2'000 Liter/s
Minimale Temperatur Winter	3.9 °C

Die Angaben stammen dem Spezialbericht S12a, AlpTransit Januar 1994 und dem Bericht Colombo&Pedroni SA, März 1999.

Daraus lässt sich die **max. zulässige Bergwasser-Einleitung im Winter** ermitteln.

	Max. Bergwasser [Liter/s]	Bergwassertemperatur [°C]
Einleitung Pollegio	39	29
Einleitung Biasca, nach Zufluss Brenno	110	32.5

Tabelle 6: Max. zulässige Bergwassereinleitung im Winter. (Betriebsphase)

Bei höheren Werten muss das Bergwasser vor der Einleitung gekühlt werden (Kühlbecken AlpTransit oder thermische Nutzung (Bodio, Pollegio, Biasca)).

4.3 Fassung und Ableitung des Tunnelwassers

Ist eine Abkühlung des Bergwassers notwendig, führt die Leitung vom Portal zu den **Kühlbecken**, allenfalls Neutralisationsbecken. Nach erfolgter Abkühlung gelangt das Bergwasser in den Ticino (Anhang A).

Wird die **Leitung nach Biasca** geführt und das Bergwasser dort eingeleitet, **verringert sich die erforderliche Kühlleistung** und somit die Beckengrösse. Dies aufgrund der höheren, zulässigen max. Bergwassereinleitung.

Für die **thermische Nutzung Bodio** wird ein Teilstrom entnommen (siehe Kapitel 4.1) und zum Nutzungsort gepumpt und nach der Nutzung in den Ticino geführt. Die zu- und wegführenden Leitungen sind aus Kunststoff. Eine Isolation dieser erdverlegten Leitungen ist noch zu prüfen (Wärmeverlust, Wirtschaftlichkeit).

Für die **Nutzung in Biasca** gilt das gleiche, nur ist die Erschliessungsleitung wesentlich länger (3.5-4.5km). Eine thermische Nutzung in Pollegio ist nur im Fall einer nach Biasca führenden Leitung sinnvoll (Kosten).

5 Wärmeerzeugung

5.1 Allgemeines

Die Nahwärmeversorgungen benötigen Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Bergwasser. Das generelle Konzept der Bergwassernutzung sieht wie folgt aus:

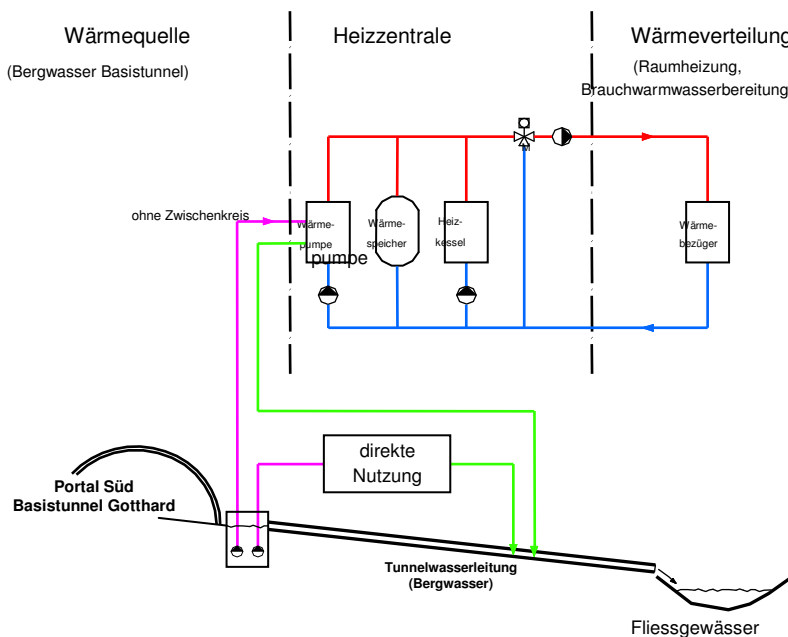


Bild 1: Prinzip der Bergwassernutzung

Das Konzept sieht vor, einen **Teilstrom des Bergwassers** einer oder mehreren zentralen Wärmepumpenanlage zuzuführen.

Das Wasser kann direkt über den Verdampfer der **Wärmepumpenanlage** geleitet werden, ein Zwischenkreis ist nicht erforderlich.

Die Leistungsziffer der Wärmepumpe, das Verhältnis Heizleistung zu Stromaufnahme, berechnet sich nach der Formel:

$$\text{Leistungsziffer} = T_{VL} / (T_{VL} - T_{Q0}) \times \text{Wirkungsgrad Wärmepumpe}$$

Dabei ist T_{VL} die Kondensationstemperatur (Heizvorlauftemperatur) und T_{Q0} die Verdampfungstemperatur (Bergwasser).

Je höher der Temperaturhub von Wärmequelle zu Heiztemperatur, um so kleiner wird die Leistungsziffer. Der Strombedarf erhöht sich.

Das heisst auch, der Abkühlung des Bergwassers sind, in Bezug auf Leistungsziffer, nach unten Grenzen gesetzt. Zudem darf es am Verdampfer der Wärmepumpe nicht zu örtlicher Vereisung kommen.

Aufgrund der Temperaturen von Heizkreis und Bergwasser wird eine Bergwasserabkühlung in der Wärmepumpenanlage von 32 °C auf 17 °C angenommen, das heisst, die Temperaturdifferenz beträgt 15 °C.

Als Arbeitsmittel der Wärmepumpe ist das Kältemittel R134a (chlorfrei) vorgesehen.

Die Elektromotor-Wärmepumpe deckt den Grundwärmebedarf. Da das Bergwasser ganzjährig anfällt deckt die Grundlastanlage auch den Sommerbedarf (Brauchwarmwasser).

Dem praktisch **konstanten Wärmequellenangebot** steht ein **variabler Wärmebedarf** gegenüber. Zur Optimierung der Wärmepumpenbetriebszeiten (lange Laufzeiten, wenig Schaltungen) ist eine Wärmespeicheranlage vorgesehen.

Mit dem massgeblichen Strombezugstarif (siehe Kapitel 7) wird die Energieabgabe an die Elektrowärmepumpe täglich maximal zweimal 2 Stunden während der Hochtarifzeit unterbrochen. Heizkessel und Netzpumpen sind hiervon nicht betroffen. In diesen Zeiten liefert die Wärmespeicheranlage die nötige Wärme ins Verteilnetz.

Die Netzzvorlauftemperatur ab Heizzentrale beträgt 80-85 °C (Wärmepumpe und Heizkessel). Um die Netzverluste zu minimieren, kann im Sommer auf 70 °C (Wärmepumpe) zurückgefahren werden. Die Brauchwarmwasser-Boiler bei den Kunden können so auch ab Nahwärmeverteilnetz geladen werden.

Die Netzpumpen sind drehzahlregelt, in Abhängigkeit des Wärmeabsatzes. Der Stromverbrauch wird so minimal gehalten.

Die ganze Anlage wird von einem Leitsystem optimal betrieben. Energie- und Leistungsbilanzen werden erstellt. Die Betriebszustände und Störmeldungen werden protokolliert. Sammelalarmierung an Pikettstelle.

Damit auch im Winter genügend Wärmeleistung zur Verfügung steht und bei tiefen Ausstemperaturen die erforderliche Heizvorlauftemperatur erreicht wird, sind zusätzlich Heizkessel installiert.

Die Installation von Heizkessel ist auch aus Gründen der Versorgungssicherheit notwendig (Ausfall Wärmepumpe, Unterbruch Bergwasser).

Die Heizkessel sind mit Ölbrenner ausgerüstet.

Das Bergwasser steht jedem Nutzer mit dem gleichen Temperaturniveau zur Verfügung (Parallele Nutzung). Eine serielle Nutzung (abgekühltes Wasser wird dem nächsten Nutzer zur Verfügung gestellt) ist unter gewissen Voraussetzungen denkbar. Das gewünschte Nutztemperaturniveau ist zu berücksichtigen, ebenso sind versorgungstechnische Sicherheitsaspekte von Belang.

Denkbar ist ebenfalls eine **Einzelnutzung**. Das Bergwasser wird mit einem Verteilnetz zu den Benutzern geführt und in Einzel-Wärmepumpenanlagen thermisch genutzt. Bei **Kleinanlagen** ist im Einzelfall zu prüfen, ob das **genutzte Bergwasser in die Kanalisation** abgeleitet werden kann (Kostengründe).

5.2 Nahwärmeversorgung Bodio

5.2.1 Technisches Konzept

Als Standorte von zentralen Wärmepumpenanlagen sind denkbar:

- Zentralen-Anbau Wellnessbad
- Gemeindehaus Bodio (Municipio)

Das Bergwasser wird ab Portal über ein Verteilnetz zu den Zentralen geführt.

Von den zentralen Wärmepumpenanlagen wird die Wärme über ein Rohrleitungssystem zu den Verbrauchern geführt.

5.2.2 Auslegung

In der folgenden Tabelle sind die **Leistungsdaten aller Zentralen** zusammengestellt.

Wärmequellennutzung (Bergwasser)		Bodio Süd	Bodio Süd und Zentrum
Volumenstrom	Liter/s	2.0	4.9
Temperatur Portal	°C	32	32
Temperatur Eintritt Wärmepumpe	°C	32	32
Rückgabetemperatur	°C	17	17
Wärmequellenleistung	kW	125	310
Wärmeerzeugungsanlage			
Elektromotorwärmepumpe			
Heizleistung	kW	165	410
Elektrische Leistungsaufnahme	kW	40	100
Verdampferleistung	kW	125	310
Heizkessel			
Wärmeleistung	kW	400	1'000

Tabelle 7: Leistungsdaten Nahwärmeversorgung Bodio (ohne Wellnessbad)

Mit der Bergwassernutzung ergibt sich nachstehende **Energiebilanz**:

		Bodio Süd	Bodio Süd und Zentrum
Wärmequelle (Bergwasser)	MWh/a	758	1'791
Brennstoff (Heizöl)	MWh/a	391	928
Elektrizitätsbezug Wärmepumpe ¹⁾	MWh/a	244	578
Wärmeproduktion ab Zentrale	MWh/a	1'332	3'158
Arbeitszahl Wärmepumpe		4.1	4.1

1) exkl. Strom für Netzpumpe und Hilfsanlagen

Tabelle 8: Energiebilanz Zentralen Nahwärmeversorgung Bodio

Die Wärmepumpe deckt 75% des Wärmebedarfs ab Zentrale.

5.2.3 Wellnessbad Bodio

Aufgrund der Angaben SUPSI ergibt sich für Beckenwasser, Duschen und Heizung/Lüftung folgender voraussichtlicher Wärmebedarf:

Max. Wärmeleistungsbedarf	200 kW
Nutzwärmebedarf	
Direkte Bergwassernutzung	230 MWh/a
Wärmerückgewinnung	70 MWh/a
Wärmepumpe	410 MWh/a
Heizkessel (Öl)	<u>50 MWh/a</u>
Total Nutzwärme	760 MWh/a

Mit der Direktnutzung und Wärmepumpenbetrieb ergibt sich ein max. Bergwasserbezug von 1.9 Liter/s. Der jährliche Bedarf beträgt 570 MWh/a.

Aufgrund unterschiedlicher Heiztemperaturen für Wellnessbad und Wärmeverbund, d.h. unterschiedlicher Auslegung der Wärmepumpe, wird von getrennten Zentralen ausgegangen.

5.3 Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum

5.3.1 Technisches Konzept

Die Bergwasserleitung wird ins Zentrum geführt und in Wärmepumpen von z. B. 3 Versorgunginseln genutzt. Als Standorte der Wärmepumpen sollten geprüft werden:

- Unterirdischer Anbau Grundschule
- Zentrale Municipio
- Zentrale Via Parallela 2 / Via.A. Pini 34

Das thermisch genutzte Wasser wird in den Brenno geleitet.

Von den zentralen Wärmepumpenanlagen wird die Wärme über ein Rohrleitungssystem zu den Verbrauchern in den Versorgunginseln geführt.

Zur Spitzendeckung werden Heizkessel benötigt. Bestehende Heizkessel können eingebunden werden.

Die Heizzentrale der Grundschule muss aus feuerpolizeilichen Gründen saniert werden. Der bestehende Heizkessel wurde im Jahr 2000 mit einem neuen Brenner bestückt. Aufgrund der ursprünglichen Heizzentralenkonzeption könnte ein zweiter Heizkessel installiert werden.

5.3.2 Auslegung

In der folgenden Tabelle sind die **Leistungsdaten aller Zentralen** zusammengestellt.

Wärmequellennutzung (Bergwasser)		
Volumenstrom	Liter/s	3.9
Temperatur Portal	°C	32
Temperatur Eintritt Wärmepumpe	°C	32
Rückgabetemperatur	°C	17
Wärmequellenleistung	kW	246
Wärmeerzeugungsanlage		
Elektromotorwärmepumpe		
Heizleistung	kW	325
Elektrische Leistungsaufnahme	kW	79
Verdampferleistung	kW	246
Heizkessel		
Wärmeleistung	kW	905

Tabelle 9: Leistungsdaten Nahwärmeversorgungen Biasca Zentrum

Mit der Bergwassernutzung ergibt sich nachstehende **Energiebilanz**:

Wärmequelle (Bergwasser)	MWh/a	1'122
Brennstoff (Heizöl)	MWh/a	582
Elektrizitätsbezug Wärmepumpe ¹⁾	MWh/a	362
Wärmeproduktion ab Zentrale	MWh/a	1'979
Arbeitszahl Wärmepumpe		4.1

1) exkl. Strom für Netzpumpe und Hilfsanlagen

Tabelle 10: Energiebilanz Zentralen Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum

Die Wärmepumpen decken 75% des Wärmebedarfs ab Zentrale.

5.4 Nahwärmeversorgung Biasca Berufs- / Mittelschule und Umgebung

5.4.1 Technisches Konzept

Die Wärmeversorgung des gesamten Areals mit Berufs-/Mittelschule sowie Eissporthalle erfolgt zentral. Eine Wärmepumpenanlage (2 Einheiten) deckt den Grundlastbedarf. Dabei wird die Abwärme der Kältemaschinen genutzt und/oder mit der Grundwasserfassung wird erneuerbare Energie genutzt. Aufgrund der Bezügeranlagen auf dem Areal muss mit Heizkessel nachgeheizt werden (Heizkreis Mittelschule : 70 °C Vorlauftemperatur). Baujahr der Wärmeerzeugung ca. 1995.

Heizleistung Wärmepumpen	2 x 650 kW
Vollbetriebsstunden	ca. 2'600 h/a

Heizkessel	2 x 880 kW.
------------	-------------

Durch Einbezug externer Wärmebezüger kann die Laufzeit der Wärmepumpen optimiert werden sowie durch die Nutzung von Bergwasser (ca. 31 °C) anstelle von Grundwasser (ca. 11 °C) kann der Nutzungsgrad der Wärmepumpen wesentlich erhöht werden. Im Winter ist auch der Abwärmeanteil geringer als in der Übergangszeit Winter/Sommer.

Die externen Bezüger werden über ein zusätzliches Rohrleitungssystem versorgt.

Das in der Wärmepumpenanlage abgekühlte Bergwasser wird südwestlich des Areals in den Ticino geleitet.

5.4.2 Auslegung

In der folgenden Tabelle sind die **Leistungsdaten der Zentrale** zusammengestellt.

Wärmequellennutzung (Bergwasser)		
Volumenstrom	Liter/s	22.3
Temperatur Portal	°C	32
Temperatur Eintritt Wärmepumpe	°C	31
Rückgabetemperatur	°C	16
Wärmequellenleistung	KW	1'398
Wärmeerzeugungsanlage		
Elektromotorwärmepumpe		
Heizleistung	kW	1'850
Elektrische Leistungsaufnahme	kW	452
Verdampferleistung	kW	1'398
Heizkessel		
Heizleistung	kW	1'760

Tabelle 11: Leistungsdaten Nahwärmeversorgung Berufs-/Mittelschule und Umgebung

Mit der Bergwassernutzung ergibt sich nachstehende **Energiebilanz**:

Wärmequelle (Bergwasser)	MWh/a	3'335
Brennstoff (Heizöl)	MWh/a	1'369
Elektrizitätsbezug Wärmepumpe ¹⁾	MWh/a	1'490
Wärmeproduktion ab Zentrale	MWh/a	7'275
Arbeitszahl Wärmepumpe		4.1

1) exkl. Strom für Netzpumpe und Hilfsanlagen

Tabelle 12: Energiebilanz Zentralen Nahwärmeversorgung Berufs-/Mittelschule und Umgebung

Die Wärmepumpe deckt 75% des Wärmebedarfs ab Zentrale.

5.5 Nahwärmeversorgung Biasca Süd

5.5.1 Technisches Konzept

Es ist vorgesehen, im nördlichen Teil des Gewerbegebiets eine neue Zentrale zu errichten. Die bestehenden Zentralen in Hochhäusern, resp. in den Gewerbebauten sind zu klein. Gegebenenfalls ist ein freistehender Raum in einem Gewerbebetrieb zu nutzen.

Die Wärmebezüge werden über ein Rohrleitungssystem versorgt.

Das in der Wärmepumpenanlage abgekühlte Bergwasser wird westlich des Versorgungsgebiets in den Ticino geleitet.

5.5.2 Auslegung

In der folgenden Tabelle sind die **Leistungsdaten der Zentrale** zusammengestellt.

Wärmequellennutzung (Bergwasser)		
Volumenstrom	Liter/s	4.3
Temperatur Portal	°C	32
Temperatur Eintritt Wärmepumpe	°C	31
Rückgabetemperatur	°C	16
Wärmequellenleistung	KW	272
Wärmeerzeugungsanlage		
Elektromotorwärmepumpe		
Heizleistung	kW	360
Elektrische Leistungsaufnahme	kW	88
Verdampferleistung	kW	272
Heizkessel		
Heizleistung	kW	870

Tabelle 12a: Leistungsdaten Nahwärmeversorgung Biasca Süd

Mit der Bergwassernutzung ergibt sich nachstehende **Energiebilanz**:

Wärmequelle (Bergwasser)	MWh/a	1'442
Brennstoff (Heizöl)	MWh/a	748
Elektrizitätsbezug Wärmepumpe ¹⁾	MWh/a	465
Wärmeproduktion ab Zentrale	MWh/a	2'543
Arbeitszahl Wärmepumpe		4.1

1) exkl. Strom für Netzpumpe und Hilfsanlagen

Tabelle 13: Energiebilanz Zentralen Nahwärmeversorgung Biasca Süd

Die Wärmepumpe deckt 75% des Wärmebedarfs ab Zentrale.

5.6 Bergwasser-Nutzungsgrad

Abfluss und Temperatur des Bergwassers bleiben übers Jahr betrachtet **praktisch konstant** (ohne Berücksichtigung der möglichen Felsabkühlung und Änderung Bergwasserspiegel im Laufe der Jahre).

Bei einer Abkühlung in den Wärmepumpenanlagen von 32°C auf 17°C, d.h. um 15°C ergibt sich ein **Bergwassernutzungspotential** von

Portal Bodio 44'012 MWh/a (unterer Prognosewert)

Für die in Kapitel 5.2-5.5 betrachteten Wärmeversorgungen und der weiteren Bergwassernutzung ergibt sich folgender **jährlicher Bergwassernutzungsgrad**:

Gebiet	Bergwasser- bedarf MWh/a	Nutzungsgrad %
Bodio	2'726	6.2
Bodio Süd	758	1.7
Wellnessbad	570	1.3
Bodio Zentrum	1'033	2.3
Einzelanschlusser	365	0.8
Pollegio	1'150	2.6
Öffentliche Bauten und Wohnbauten	250	0.6
Gewächshäuser	900	2.0
Biasca	7'304	16.6
Biasca Zentrum	1'122	2.5
Biasca Berufs-/Mittelschule und Umgebung	3'335	7.6
Biasca Süd	1'442	3.2
Gewächshäuser	900	2.0
Einzelanschlusser	505	1.1
Total	11'180	25.4

*Tabelle 14: Bergwassernutzungsgrad für Heizzwecke.
Gotthard-Basistunnel Portal Süd*

Für die Gewächshäuser ist je eine Nutzungsfläche von 1'600 m² angenommen worden.

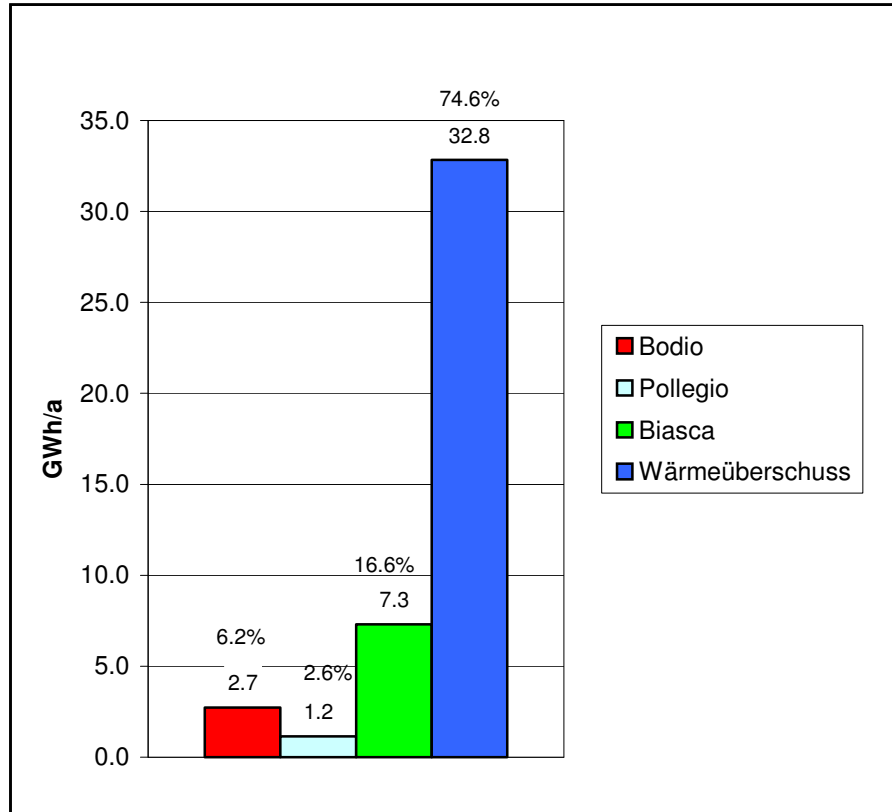


Bild 2: Bergwassernutzungsgrad Gotthard Basistunnel, Südportal

Für die Projektidee Tropenhaus liegen für das Südportal noch keine Angaben vor. Ein Tropenhaus in der Grössenordnung des Projekts Frutigen hat einen jährlichen Bergwasserbedarf von 73 GWh/a.

Im oben aufgeführten Nutzungsgrad ist eine allfällige thermische Bergwassernutzung und anschliessende Aufbereitung zu Trinkwasser nicht berücksichtigt.

6 Wärmeverteilung Nahwärmeversorgungen

6.1 Wärmeverteilung

Für die Wärmeverteilung ab Heizzentralen ist ein erdverlegtes Leitungssystem vorgesehen. Die Isolationsqualität sowie die Feuchteüberwachung des Netzes wird von der Zentrale aus elektronisch permanent überwacht.

6.2 Wärmeübergabe

Die Wärmeübergabe erfolgt in den Unterstationen, bei den Bezüglern. Die Wärmeübergabe erfolgt indirekt, d.h. mit Wärmetauscher. Diese hydraulische Trennung Netz/Bezüglanlage wird bei grösseren Verteilnetzen gewählt (unterschiedliche Druckniveau, Ortung von Leckagen). Bei kleineren Wärmeversorgungen mit wenig Anschlüssen kann auch die direkte Anschlussart (ohne Wärmetauscher) gewählt werden. Dadurch können Kosten eingespart werden.

Die Übergabestation dient zudem zur Energiemessung und zur Begrenzung der vertraglich vereinbarten Leistung. Die Übergabestation ist üblicherweise Eigentum des Energie lieferanten.

Die Netzvorlaufemperaturen bei der Wärmeübergabe sind in der Studie mit 85°C (Winter) angenommen. Im Sommer können die Primärnetztemperaturen gleitend bis auf 70°C gesenkt werden, so dass die Brauchwarmwasserbereitung gewährleistet ist.

7 Investitionen und Wirtschaftlichkeit

7.1 Annahmen für Wirtschaftlichkeitsberechnung

Die Investitionen (Erfahrungswerte Gruneko AG) beinhalten die Zentralen (Wärmepumpe und Heizkessel) und die Wärmeverteilung. Die Bergwasserfassung ab Portal (ohne Abgänge in den Leitungen AlpTransit) bis zum Nutzungsort sowie die Einleitungsleitung sind separat ausgewiesen.

Für die Wärmeerzeuger sind Neuwerte eingerechnet. Durch Nutzung bestehender Anlagen können die Kosten gesenkt werden. Einschränkungen in der Einbindung resultieren durch Anlagenalter, Luftreinhaltevorschrift, Druckstufen etc.)

Die Baumeisterkosten für die Zentralen (Neubau/Erweiterungen) sind eingerechnet.

Nicht eingerechnet ist der Landerwerb für neue Zentralen. Ebenfalls nicht eingerechnet sind die kundenseitigen Umrüstkosten von Elektroboiler auf Bergwassernutzung.

Nicht berücksichtigt sind Förderbeiträge. Aus heutiger Sicht sind sowohl vom Bund (Tunnelwassernutzung ist von nationalem Interesse) wie auch von Kanton und Gemeinde Beiträge zu erwarten.

In der Tabelle 15 sind die Energiepreise und Annuitäten angegeben, welche als Basis für die Wirtschaftlichkeitsrechnung dienen. Angaben exkl. MWST.

Ölpreis Heizöl EL	CHF/100L	40
Strombezug Wärmepumpe	CHF/kWh	0.17
Zinsfuss	% p.a.	5.0
Nutzungsdauer Wasserfassung	Jahre	28
Nutzungsdauer Zentrale	Jahre	15
Nutzungsdauer Wärmeverteilung	Jahre	40
Gewichtete Annuität (24 Jahre)	%	6.7-7.0
Anlagenversicherung	% der Invest.	0.1
Instandhaltung	% der Invest.	0.25-1.5
Vollservicevertrag Wärmepumpe	CHF/a	Erfahrungswert
Service Brenner, Tankrevision, Kaminfeger, Nacheichungen der Wärmezähler	CHF/a	Erfahrungswert

Tabelle 15: Grundlagen Wirtschaftlichkeitsrechnung

Im Ölpreis ist eine allfällige CO₂-Steuer nicht enthalten.

Nach Rücksprache mit Elettrica Sopracenerina SES, M. Mariotta, gilt für den Wärmepumpenstrombezug folgender mittlerer Strompreis, inkl. Grundpreis (Basis Tarif 1992):

HT/NT 17.0 Rp/kWh

Die Bezugs-Sperrzeiten sind im Tarifblatt reglementiert.

7.2 Nahwärmeversorgung Bodio

Als Kostenschnittstelle zum Wellnessbad Bodio wird als erste Annahme von folgender Voraussetzung ausgegangen:

Für die Wärmepumpe und den Heizkessel wird der Zentralenraum gratis zur Verfügung gestellt. Die Bergwasserleitung geht zu Lasten Wärmeverbund.

Der Bergwasserbezug ist für das Wellnessbad und die Nahwärmeversorgung kostenlos.

Investitionen Bergwassernutzung

		Bodio Süd	Bodio Süd und Zentrum
Bergwasserleitung ¹	CHF	220'000	520'000
Wasserfassung für Wärmepumpe Fassung, Pumpenraum, Installationen	CHF	93'000	121'000
Heizzentrale Wärmepumpenanlage, Heizkessel Ölversorgung, Installationen Elektro und MSR	CHF	256'700	561'100
Wärmeverteilung Verteilnetz, Hausanschlussleitungen, Netzüberwachung, Übergabestationen (ohne Wärmetauscher)	CHF	312'000	1'122'000
Nebenkosten und Honorare	CHF	79'300	209'200
Gesamtkosten	CHF	961'000	2'533'300

Tabelle 16: Investitionen Nahwärmeversorgung Bodio

Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgung

Die **Wärmegestehungskosten** beinhalten die kapitalgebundenen Kosten sowie die Betriebs- und Energiekosten und sind auf die **jährlich verkaufte Wärmemenge** bezogen.

¹ Ohne Leitung Portal Zentrale Süd, ca. 525 m

Kapitalgebundene Kosten	CHF/a		166'400
Annuität	CHF/a	155'900	
Instandhaltung	CHF/a	8'000	
Versicherung	CHF/a	2'500	
Betriebsgebundene Kosten	CHF/a		19'300
Vollservice Wärmepumpe	CHF/a	14'000	
Brenner, Tankrevision, Kaminfe- ger, Nacheichungen	CHF/a	5'300	
Energiekosten	CHF/a		130'300
Heizöl EL	CHF/a	37'400	
Strombezug Wärmepumpe 1)	CHF/a	98'200	
Bezug Bergwasser Basistunnel	CHF/a	0	
Einnahmen durch Bergwasser- abgabe an Einzelbezüger	CHF/a	- 5'300	
Jahreskosten	CHF/a		316'000
Wärmeverkauf	MWh/a		2'871
Wärmegestehungskosten	Rp/kWh		11.0

1) ohne Strombedarf Netzpumpen und Hilfsanlagen

Tabelle 17: Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgung Bodio Süd und Zentrum

Betrachtet man nur das Gebiet Bodio Süd, so ergeben sich etwas tiefere Wärmegestehungskosten:

Kapitalgebundene Kosten	65'500 CHF/a
Betriebsgebundene Kosten	8'100 CHF/a
Energiekosten	<u>57'200 CHF/a</u>
Jahreskosten	130'800 CHF/a

Bei einem Wärmeverkauf von 1'211 MWh/a resultieren Wärmegestehungskosten von 10.8 Rp/kWh.

Werden die Kosten für die Bergwasserleitung vom Portal bis zur Zentrale Süd eingerechnet, **so erhöhen sich die Wärmegestehungskosten** für die Nahwärmeversorgung Bodio Süd und Zentrum um **0.4 Rp/kWh**. Hierbei ist angenommen, die zusätzlichen Investition von ca. 250'000 CHF teilen sich die Nahwärmeversorgung (70%) und das Wellnessbad (30%), Unterhaltsarbeiten der Leitung zu Lasten Nahwärmeversorgung.

7.3 Nahwärmeversorgungen Biasca

7.3.1 Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum

Die Zentralenerweiterung Grundschule erfolgt zu Lasten der Nahwärmeversorgung. Bei den beiden andern Insel-Zentralen wird in erster Annahme davon ausgegangen, dass der Zentralenraum gratis zur Verfügung gestellt wird.

Investitionen Bergwassernutzung

Bergwasserleitung ²	CHF	658'000
Wasserfassung für Wärmepumpe Fassung, Pumpenraum, Installationen	CHF	110'000
Heizzentrale Wärmepumpenanlage, Heizkessel Ölversorgung, Installationen Elektro und MSR	CHF	684'400
Wärmeverteilung Verteilnetz, Hausanschlussleitungen, Netzüberwachung, Übergabestationen (Wärmetauscher)	CHF	386'000
Nebenkosten und Honorare	CHF	165'500
Gesamtkosten	CHF	2'003'900

Tabelle 18: Investitionen Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum

Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgung

Die **Wärmegestehungskosten** beinhalten die kapitalgebundenen Kosten sowie die Betriebs- und Energiekosten und sind auf die **jährlich verkaufte Wärmemenge** bezogen.

² Ohne Leitung Portal Bodio bis Biasca

Kapitalgebundene Kosten	CHF/a		137'300
Annuität	CHF/a	128'200	
Instandhaltung	CHF/a	7'100	
Versicherung	CHF/a	2'000	
Betriebsgebundene Kosten	CHF/a		17'600
Vollservice Wärmepumpe	CHF/a	11'300	
Brenner, Tankrevision, Kaminfe- ger, Nacheichungen	CHF/a	6'300	
Energiekosten	CHF/a		82'400
Heizöl EL	CHF/a	23'500	
Strombezug Wärmepumpe 1)	CHF/a	61'500	
Bezug Bergwasser Basistunnel	CHF/a	0	
Einnahmen durch Bergwasser- abgabe an Einzelbezüger	CHF/a	-2'600	
Jahreskosten	CHF/a		237'300
Wärmeverkauf	MWh/a		1'841
Wärmegestehungskosten	Rp/kWh		12.9

1) ohne Strombedarf Netzpumpen und Hilfsanlagen

Tabelle 19: Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgung Biasca Zentrum

7.3.2 Nahwärmeversorgungen Biasca. Berufs-/Mittelschule und Umgebung

In erster Annahme wird davon ausgegangen, dass die Zentralenräume Berufs-/Mittelschule der Nahwärmeversorgung gratis zur Verfügung gestellt werden. Die Wärmepumpen und Heizkessel werden der Nahwärmeversorgung übernommen, resp. durch Neuanlagen ersetzt.

Investitionen Tunnelwassernutzung

Bergwasserleitung ³	CHF	577'000
Wasserfassung für Wärmepumpe Fassung, Pumpenraum, Installationen	CHF	310'000
Heizzentrale Wärmepumpenanlage, Heizkessel Ölversorgung, Installationen Elektro und MSR	CHF	1'031'100
Wärmeverteilung externe Bezüger Verteilnetz, Hausanschlussleitungen, Netzüberwachung, Übergabestationen (Wärmetauscher)	CHF	1'677'000
Nebenkosten und Honorare	CHF	323'600
Gesamtkosten	CHF	3'918'700

Tabelle 20: Investitionen Nahwärmeversorgung Biasca .Berufs-/Mittelschule und Umgebung

Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgungen

Die **Wärmegestehungskosten** beinhalten die kapitalgebundenen Kosten sowie die Betriebs- und Energiekosten und sind auf die **jährlich verkaufte Wärmemenge** bezogen.

³ Ohne Leitung Portal Bodio bis Biasca

Kapitalgebundene Kosten	CHF/a		265'900
Annuität	CHF/a	249'200	
Instandhaltung	CHF/a	12'800	
Versicherung	CHF/a	3'900	
Betriebsgebundene Kosten	CHF/a		53'100
Vollservice Wärmepumpe	CHF/a	46'000	
Brenner, Tankrevision, Kaminfe- ger, Nacheichungen	CHF/a	7'100	
Energiekosten	CHF/a		303'400
Heizöl EL	CHF/a	55'300	
Strombezug Wärmepumpe 1)	CHF/a	253'400	
Bezug Bergwasser Basistunnel	CHF/a	0	
Einnahmen durch Bergwasser- abgabe an Einzelbezüger	CHF/a	- 5'300	
Jahreskosten	CHF/a		622'400
Wärmeverkauf	MWh/a		6'973
Wärmegestehungskosten	Rp/kWh		8.9

1) ohne Strombedarf Netzpumpen und Hilfsanlagen

*Tabelle 21: Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgung Biasca. Berufs-
/Mittelschule und Umgebung, Endausbau*

7.3.3 Nahwärmeversorgungen Biasca Süd

Investitionen Tunnelwassernutzung

Bergwasserleitung ⁴	CHF	73'000
Wasserfassung für Wärmepumpe Fassung, Pumpenraum, Installationen	CHF	110'000
Heizzentrale Wärmepumpenanlage, Heizkessel Ölversorgung, Installationen Elektro und MSR	CHF	581'300
Wärmeverteilung externe Bezüger Verteilnetz, Hausanschlussleitungen, Netzüberwachung, Übergabestationen (Wärmetauscher)	CHF	646'000
Nebenkosten und Honorare	CHF	126'900
Gesamtkosten	CHF	1'537'200

Tabelle 22: Investitionen Nahwärmeversorgung Biasca Süd

Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgungen

Die **Wärmegestehungskosten** beinhalten die kapitalgebundenen Kosten sowie die Betriebs- und Energiekosten und sind auf die **jährlich verkaufte Wärmemenge** bezogen.

⁴ Ohne Leitung Portal Bodio bis Biasca

Kapitalgebundene Kosten	CHF/a		106'900
Annuität	CHF/a	99'400	
Instandhaltung	CHF/a	6'000	
Versicherung	CHF/a	1'500	
Betriebsgebundene Kosten	CHF/a		15'600
Vollservice Wärmepumpe	CHF/a	10'500	
Brenner, Tankrevision, Kaminfe- ger, Nacheichungen	CHF/a	5'100	
Energiekosten	CHF/a		109'300
Heizöl EL	CHF/a	30'200	
Strombezug Wärmepumpe 1)	CHF/a	79'100	
Bezug Bergwasser Basistunnel	CHF/a	0	
Jahreskosten	CHF/a		231'800
Wärmeverkauf	MWh/a		2'312
Wärmegestehungskosten	Rp/kWh		10.0

1) ohne Strombedarf Netzpumpen und Hilfsanlagen

Tabelle 23: Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgung Biasca Süd, Endausbau

7.3.4 Wärmegestehungskosten Biasca

Für die betrachteten Nahwärmeversorgungen ergeben **sich mittlere Wärmegestehungskosten von 9.8 Rp/kWh**.

Werden die Kosten für die Bergwasserleitung vom Portal bis zu den Zentralen eingerechnet, **so erhöhen sich die Wärmegestehungskosten** für die Nahwärmeversorgungen, bedingt durch die zusätzlichen Investitionen von ca. 3.5 Mio. CHF, um **1.8 Rp/kWh**.

7.4 Wärmegestehungskosten Einzelanlagen

Die Bergwassernutzung in kleineren Einzelanlagen ist dort möglich, wo **eine Bergwasserleitung in nächster Nähe** verlegt ist.

Am **Beispiel eines Mehrfamilienhauses** (8 Wohnungen) wird im folgenden der Wärmepreis aufgezeigt.

Grundlagen für die **Modellrechnung** sind dabei folgende Annahmen:

- Übliche Bauweise in Bodio/Pollegio/Biasca. Keine Minergie-Bauweise
- Nutzung Bergwasser für Raumheizung und Brauchwarmwasser (65kW, 147 MWh/a)
- Wärmeerzeugung mit Wärmepumpe und Heizkessel. Der Heizkessel wird als bestehend angenommen)
- Entfernung bis Bergwasserleitung 20m
- Rückgabe in Kanalisation (keine Rückführleitung)

Die Investitionen betragen ca. 34'000.-CHF.

Mit Jahreskosten von ca. CHF 14'000.- ergeben **sich Wärmegestehungskosten von ca. 9.8 Rp/kWh.**

7.5 Vergleich der Wärmegestehungskosten

Nahwärmeversorgungen mit Bergwassernutzung aus dem Basistunnel stehen im Marktwettbewerb zu den Heizungen mit konventionellen Energieträgern (Heizöl, Holz, Elektrizität für Direktheizungen).

Mit Ausnahme der bereits bestehenden Wärmepumpenanlagen oder Anlagen mit erneuerbaren Energieträgern (z.B. Holz, Grundwasser) sind die Wärmegestehungskosten der Heizungsanlagen stark vom Erdölpreis abhängig. Die Frage der CO₂-Steuer auf fossile Brennstoffe ist noch offen.

Die Wirtschaftlichkeit Wärmeerzeugungsanlagen mit Elektromotor-Wärmepumpen wird andererseits stark vom Strompreis bestimmt. Den **Strompreiseinfluss** auf die Bergwassernutzung für Heizzwecke zeigt die nachstehende Grafik.

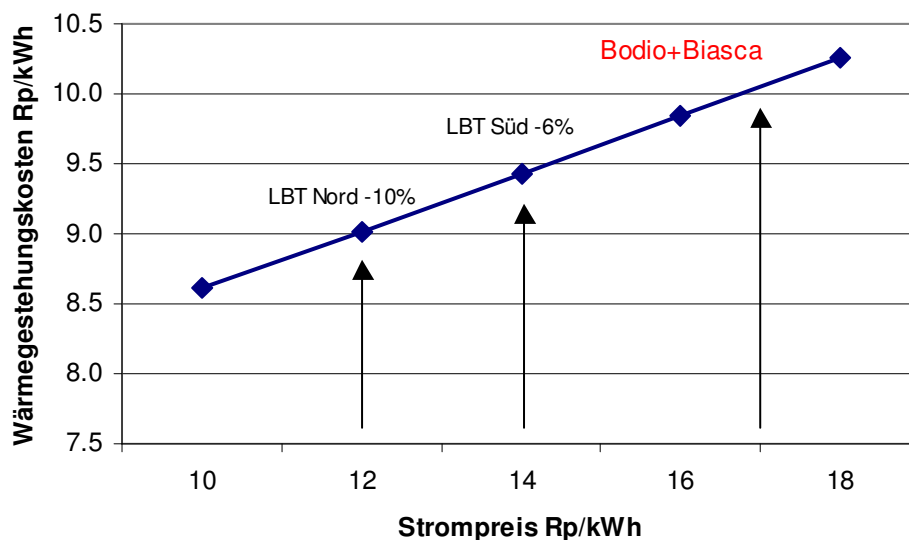


Bild 3: Strompreis und Wärmegestehungskosten Bergwassernutzung

Für die betrachteten Nahwärmeversorgungen **Bodio und Biasca** ergeben sich mittlere Wärmegestehungskosten von **10.1 Rp/kWh** verkaufter Wärme (Bergwasserleitung bis ins Versorgungsgebiet zu Lasten AlpTransit). Mit den Stromtarifen für Wärmepumpenanlagen in Kanton Wallis oder Bern würden Gestehungskosten **deutlich unter 10Rp/kWh** resultieren.

Mit der Bergwassernutzung für Heizzwecke wird fossiler Brennstoff eingespart, ist also ein Beitrag zu „Energie Schweiz“. Da laut BfE von nationalem Interesse, kann davon ausgegangen werden, dass für diese Vorhaben **Fördergelder** zur Verfügung gestellt werden.

Ausgehend von der **Modellrechnung**, dass für die Investitionen Wärmepumpe, Bergwasserleitung im Versorgungsgebiet und Pumpen ein einmaliger Förderbeitrag geleistet wird, zeigt sich in der nachstehenden Tabelle folgendes Resultat (Strompreisbasis 17 Rp/kWh). Es wird dabei angenommen, die Kosten für die Bergwasserleitung ins Versorgungsgebiet Bodio und Biasca werden durch die AlpTransit Gotthard AG ganz oder grösstenteils übernommen. Mit der Begründung, durch die thermische Nutzung und Einleitung bei Biasca (Brenno+Ticino) können die Kühlbecken kleiner dimensioniert werden (Kosteneinsparung für AlpTransit).

Nahwärmeversorgung	Ohne Förderbeitrag	Mit Förderbeitrag in % der Investition ⁵		
		10%	20%	30%
Bodio				
Förderbeitrag in CHF	0	93'000	186'000	279'000
Wärmegestehungskosten	11.0	10.8 (-2%)	10.6 (-4%)	10.3 (-6%)
Biasca				
Förderbeitrag in CHF	0	292'000	585'000	878'000
Wärmegestehungskosten	9.8	9.6 (-2%)	9.4 (-4%)	9.2 (-6%)

Tabelle 24: Wärmegestehungskosten Nahwärmeversorgungen mit Bergwassernutzung und Förderbeiträge

Die gleiche Modellrechnung für ein **Mehrfamilienhaus** (Kapitel 7.4) zeigt ein ähnliches Bild.

	Ohne Förderbeitrag	Mit Förderbeitrag in % der Investition ⁶		
		10%	20%	30%
Förderbeitrag in CHF	0	2'900	5'800	8'700
Wärmegestehungskosten	9.8	9.6 (-2%)	9.4 (-3%)	9.3 (-5%)

Tabelle 25: Wärmegestehungskosten Einzelanlage MFH mit Bergwassernutzung und Förderbeiträge

Im Vergleich dazu betragen die Wärmegestehungskosten für das Modell Mehrfamilienhaus und Ölfeuerung 7.6 Rp/kWh.

⁵ Investition Wärmepumpe, Bergwasserleitung im Gebiet und Bergwasserpumpen, bezogen auf mittlere Anlagenutzungsdauer

8 Offene Fragen und Abklärungen bezüglich Realisierung

8.1 Möglicher Zeitplan für die Realisierung

Betreffend Bergwasser sind neue Prognosen durch die AlpTransit ca. 2006/07 zu erwarten.

Der **Tunnelrohbau** (Südabschnitt) ist ca. **2008** fertig. Ab diesem Zeitpunkt fliesst am **Südportal Bergwasser** und kann für Heizzwecke genutzt werden. Das heisst, Temperatur und Abfluss sind dann bekannt und die zukünftigen Verharrungswerte (Veränderung Felstemperatur im Tunnel, Beharrungszustand Bergwasser) können daraus abgeleitet werden.

Die Arbeiten für den Bahndamm in Richtung Biasca haben begonnen und dauern bis ca. 2009. Im Fall einer Bergwasserführung nach Biasca muss deshalb möglichst bald über die **Leitungsführung mit der AlpTransit Gotthard AG Kontakt** aufgenommen werden.

Der Bergwasserabgang in Richtung Bodio ist seitens AlpTransit bereits realisiert.

8.2 Offene Fragen und Empfehlungen

Aufgrund der Machbarkeitsstudie sind folgende Punkte als **weitere Schritte** anzugehen:

- Gespräche mit Gemeinde Bodio (Wellnessbad, Bergwasserführung bis Zentrum)
- Gespräch mit Gemeinde Pollegio
- Gespräch mit Gemeinde Biasca/Kanton (Grundschule, Berufs-/Mittelschule)
- Gewächshäuser oder Idee „Tropenhaus“
- Abklärungen, ob Bedarf betreffend Bergwasseraufbereitung für Trinkwasserversorgung / Bewässerung
- Sanierung/Ausbau Holzschnitzelverbund Biasca
- Kontakt mit AlpTransit Gotthard AG betreffend Bergwasserleitung nach Biasca sowie Weiterführung der Leitung nach Bodio
- Abklärungen mit Kanton und Bund betreffend Förderbeiträge
- Abklärung der Nutzungsrechte Bergwasser sowie bei Kleinanlagen die Möglichkeit zur Einleitung in Kanalisation aufgrund der kantonalen Gesetzgebung
- Mögliche Trägerschaften aufzeigen, Wärme-Contracting

- Marketing vor Ort (Tunnelwassernutzung für Heizzwecke, Möglichkeiten, Kosten)
- Wiederkehrende Überprüfung der technischen und wirtschaftlichen Randbedingungen
- Politische Weichenstellung für die umzusetzenden Nutzungsmöglichkeiten unter Einbezug der Gemeinden, Kanton und Regione Tre Valli

9 Umweltaspekte

Mit der energetischen Nutzung des Bergwassers aus dem Basistunnel wird **fossiler Brennstoff** (Heizöl EL) eingespart.

Dies ist ein **Beitrag zu den Zielen von „Energie Schweiz“**.

In Bezug auf CO₂-Emissionen zeigt sich für die thermische Bergwassernutzung gegenüber der heutigen Situation folgende Veränderung:

Bodio Pollegio Biasca	Konventionelle Anlage (Heizöl) To CO ₂ /a	Thermische Bergwas- sernutzung To CO ₂ /a ⁷	Verände- rung %
Nahwärmeversorgungen	3'161	961	
Einzelanschliesser	563	139	
Gewächshäuser	610	0	
Total betrachtete Gebiete	4'334	1'100	-75

Tabelle 26 : Veränderung CO₂-Fracht bei Wärmeversorgungen mit Tunnelwasser

*Auf die betrachteten Gebiete bezogen beträgt die **CO₂-Reduktion jährlich ca. 3'200 To/a**.*

Gruneko AG Basel

J. Ködel

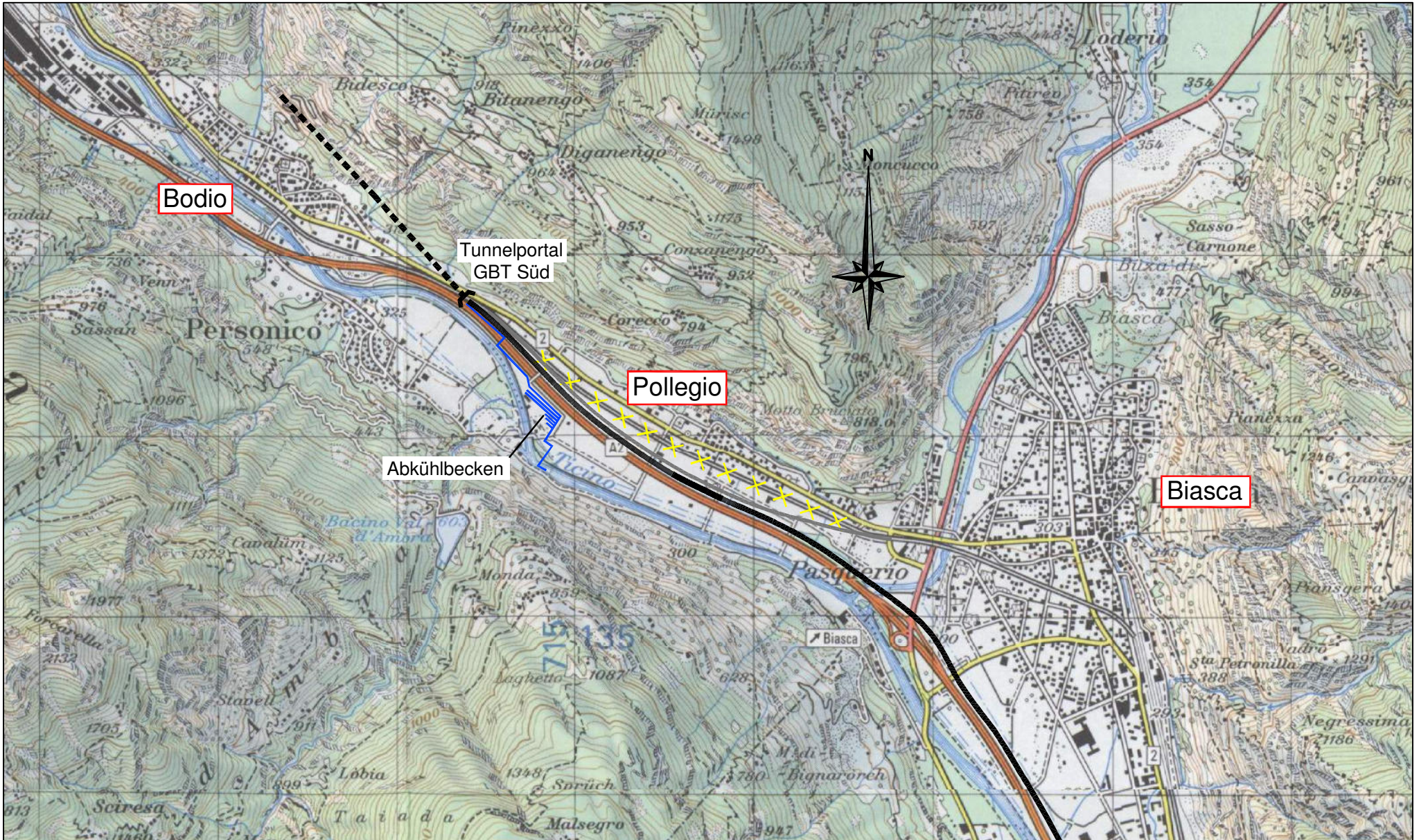
Ch. Dups

⁷ spezifische CO₂-Emission für Heizöl EL: 265kg CO₂/MWh Endenergie




Schlussbericht August 2004



Wärmenutzung Tunnelwasser Basistunnel Gotthard, Südportal Machbarkeitsstudie Phase II

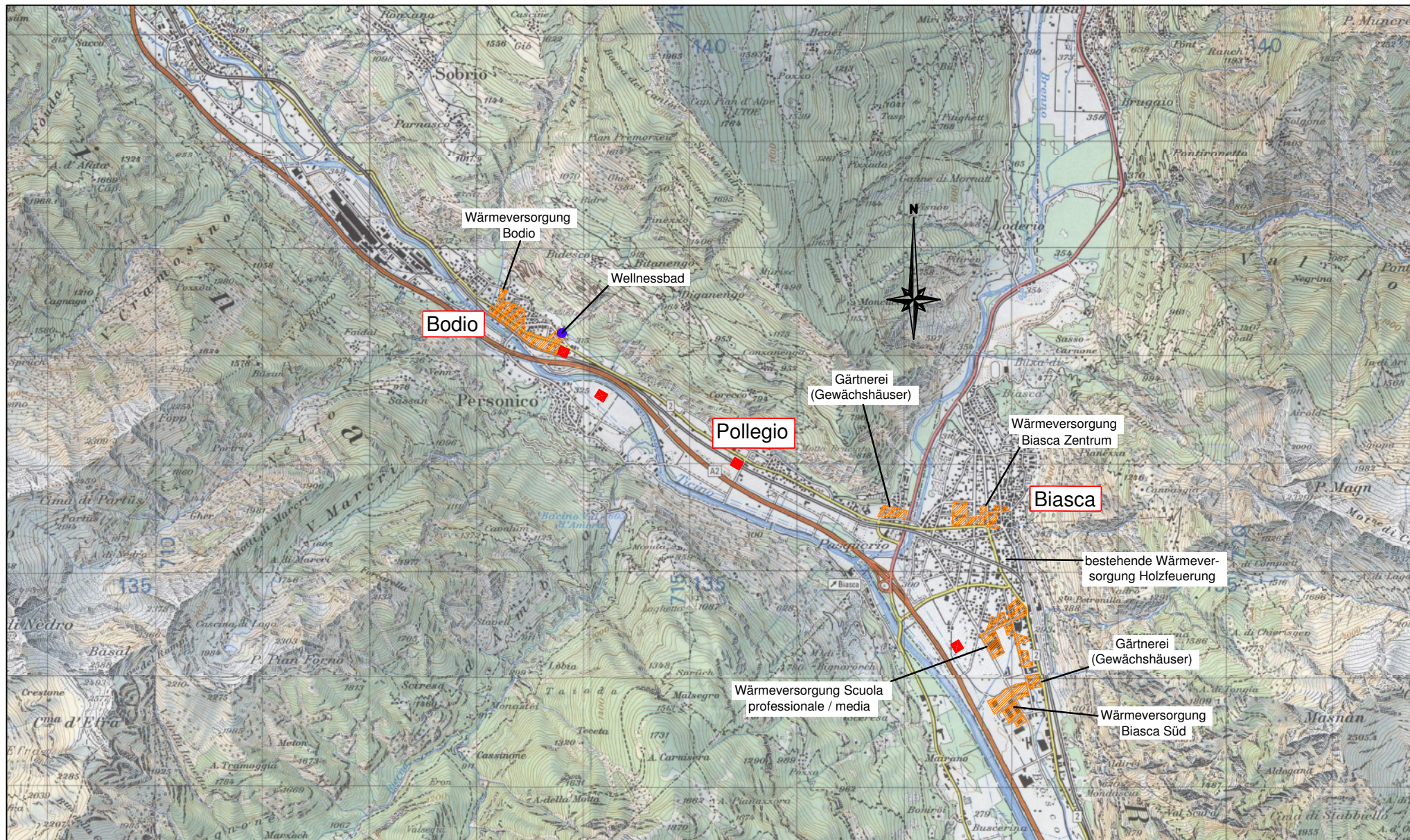
ANHANG

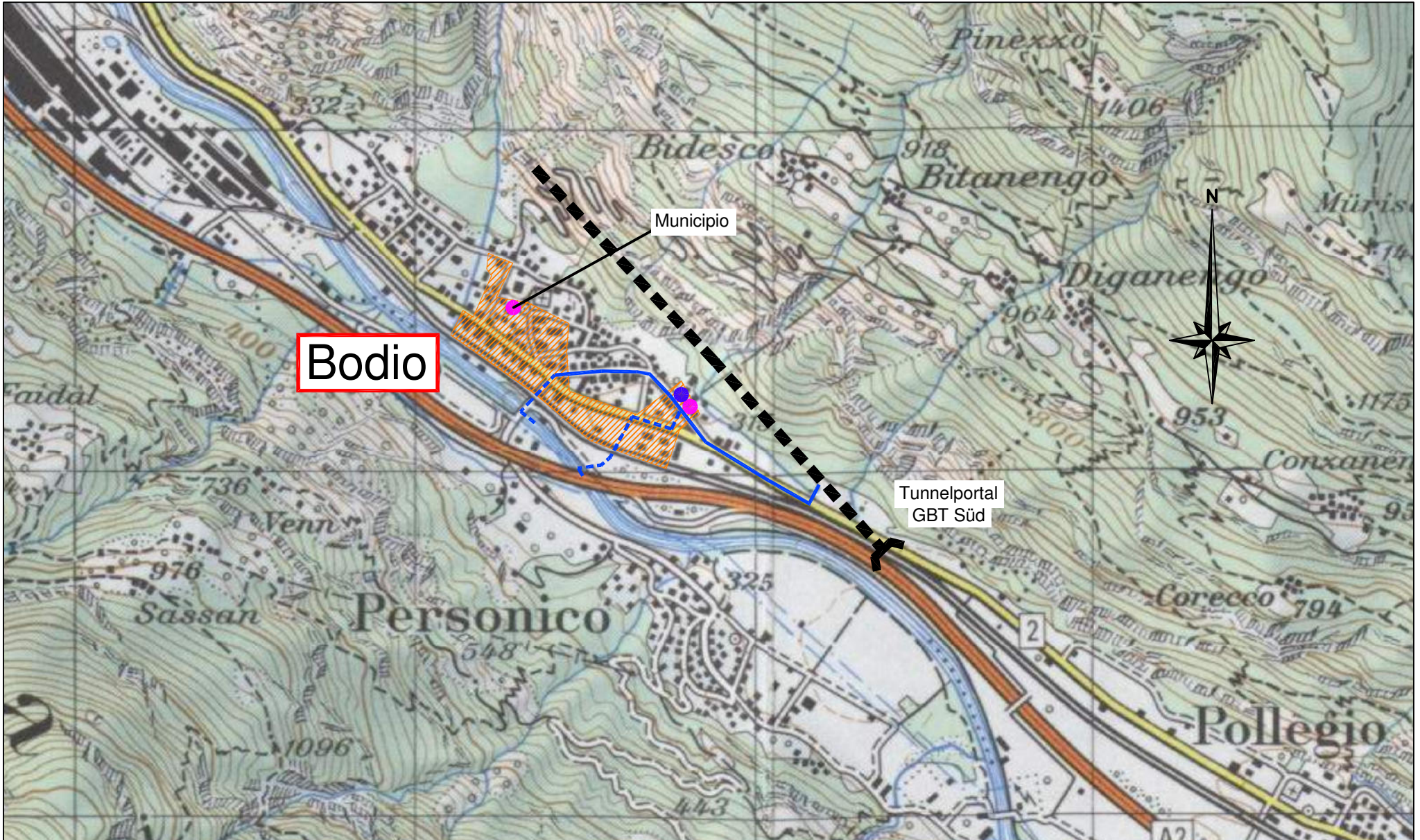


Legende:




-  Tunnel
-  neue Bahntrasse
-  umgelegte Bahntrasse



-  Umlegung Bahntrasse
-  Tunnelwasser



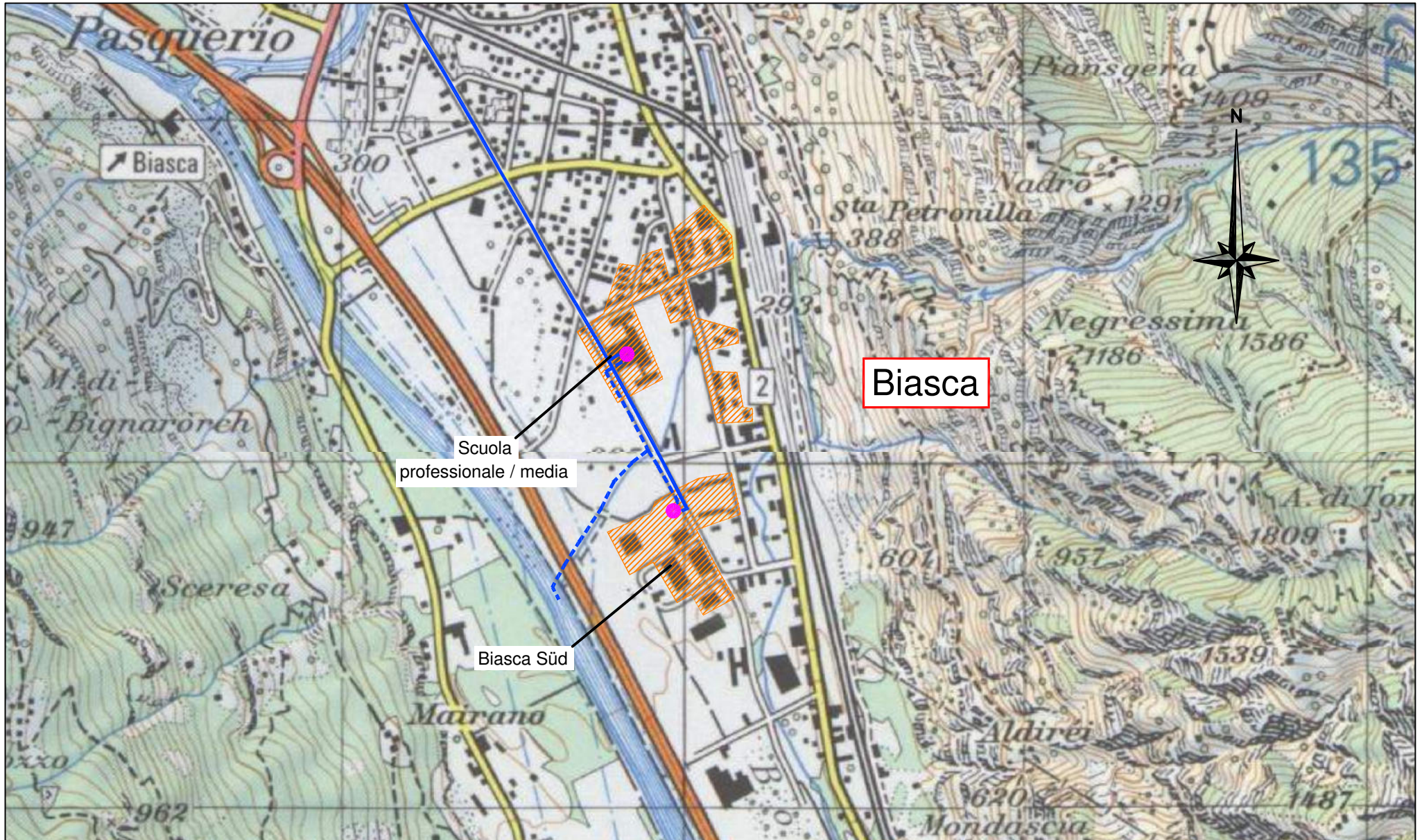


Legende:

-  Versorgungsgebiet
-  Wellnessbad
-  Heizzentrale

-  Tunnelwasserleitung
-  Rückgabeleitung





Anhang G1

Notiz: Bericht GBT-S, Stellungnahmen

Geht an: intern, DU

Betr.: Briefe von M. Briccola vom 01.06.2004 und P.A. Ceschi vom 03.06.2004

1. Kanton Tessin, M. Briccola, 01.06.2004:

Mit viel Interesse habe ich den Bericht zur Tunnelwassernutzung gelesen. Die konkreten Aussagen des Berichtes bilden eine solide Basis für die Entscheidungen, die in nächster Zukunft getroffen werden müssen.

Betreffend der offenen Fragen und Feststellungen (Abs. 8.2) muss ich mitteilen, dass vom Kanton für die nächsten Jahre keine finanzielle Unterstützung des Projektes möglich ist.

Es wäre günstig hierzu die AET und andere Energieversorger und –verteiler der Region für das Projekt zu gewinnen, z.B.: mittels Contracting von Wärmelieferungen mit Wärmepumpen ab dem Portal.

2. AET, Herr Ceschi, 03.06.2004:

Feststellung und Stellungnahme

- Um eine präzise Vorstellung der ausgeführten Berechnungen erhalten zu können, fehlen uns einige Informationen zur Kostenbasis (Länge, Durchmesser, Einheitspreise).
- In den Berechnungen wurden die Kosten für das Netz der Wasserzuführung vom Tunnel bis zu den Unterstationen nicht beachtet (falls nicht in globaler Weise, eine generelle Summe von 1.8 cts. / kWh). Der Betrag und der Einfluss der Kosten sollen vertieft betrachtet werden.
- Es fehlt eine zeitliche Bewertung des Kostenverlaufs (mit Bewertung des Anschlussgrades).
- Wir halten es für wichtig, eine technisch- wirtschaftliche Bewertung eines Szenario der alleinigen Verteilung des Tunnelwassers für private Installationen vorzunehmen (kalte Fernwärme).
- Wir halten eine Präsentation und Schlussdiskussion mit den verschiedenen Interessenten für erforderlich.

Gez. Joachim Ködel

Anhang G2

GBT Süd, Machbarkeitsstudie Phase II, Schlussbericht

Bemerkungen Gruneko zu Stellungnahme AET, 03.06.2004, Herr Ceschi.

- Die Haupttrasse der Tunnelwasserleitungen , inkl. Rückführleitungen zeigen die Übersichtspläne im Anhang. Ab Tunnelportal wird das thermisch zu nutzende Bergwasser ins Versorgungsgebiet gepumpt.

Der Leitungsdimensionierung liegt eine Fließgeschwindigkeit von 1-1.5 m/s zu Grunde. Für die Nutzung in der Wärmepumpanlage (Portal GBT Süd) wird eine Abkühlung des Bergwassers um 15°C angenommen (siehe Kapitel 5.1).

Die Einheitspreise Verteilnetz beinhalten Tief- und Rohrbau. (Kapitel 7.1).

- Die Wärmegestehungskosten werden mit und ohne Erschliessungsleitungen ab Portal bis ins Versorgungsgebiet ausgewiesen (Kapitel 7.2 - 7.3). Dies auch im Hinblick auf die zu tätigen Investitionen Alp Transit Gotthard AG für Tunnelwasserleitungen und Kühlbecken, im Fall einer reinen Kühlung zur Einleitung in den Ticino.
- Die wirtschaftliche Betrachtung bezieht sich auf einen mögliche Endausbau unter Berücksichtigung eines Anschlussgrades von 60% (öffentliche Bauten 100%). Hinzu kommt noch eine Bezugsgleichzeitigkeit von ca. 80 – 90%.

Die Realisierungszeit für eine Wärmeversorgung mit Verteilnetz beträgt ca. 5 – 10 Jahre, dies inkl. Vorbereitungsarbeiten (Kundenakquisition).

- Die Konzeptwahl „Kälte Fernwärme“ oder Wärmeversorgung mit Wärmeverteilnetz ist von Fall zu Fall in den nächsten Projektphasen zu klären (Bezügerstruktur, bestehende grössere Zentralen). Die Möglichkeit „kalte Fernwärme“ für private Bezüger ist im Bericht aufgezeigt. (Kapitel 7.4).

Kommentare zum Schlussbericht

**„Wärmenutzung Tunnelwasser. Basistunnel Gotthard, Südportal
Machbarkeitsstudie Phase II“**

Ausgearbeitet durch Ch. Dups (GRUNeko AG Basel)

Januar 2004

Vorbemerkung

Der Schlussbericht basiert auf Schätzungen des Wärmeangebots (=thermische Leistung). Erst nach der Fertigstellung des Tunnelrohbaus (Südabschnitt) ca. im Jahre 2008 werden realistische Werte von Bergwasserausfluss und -Temperatur verfügbar sein. Allerdings werden, im Gegensatz zu den Aussagen auf Seite 9, die Verharrungswerte dann noch nicht bekannt sein; erfahrungsgemäss kann es noch Jahre dauern, bis sich Schüttung und Temperatur auf einigermaßen konstante Werte eingependeln.

Weitere Kommentare

Einleitung

Hier wird eine Reihe von Beteiligten an der Machbarkeitsstudie aufgeführt, ohne ihre Beiträge zu spezifizieren. Offenbar gab es –ausser dem Auftraggeber BFE– noch weitere Geldgeber. Die Grösse der einzelnen finanziellen Beiträge ist ebenfalls nicht spezifiziert.

Tunnelwassernutzung und Wärmeabnehmer

Es werden mögliche Abnehmer ausfindig gemacht (vor allem Nachwärmeversorgungen in Bodio und Biasca, Einzelabnehmer in Pollegio). Einige der hier aufgeführten Nutzungsmöglichkeiten (Vorwärmung in Frei- oder Hallenbad, Fischzucht) werden nicht näher untersucht.

Die Angaben betr. benötigte Heizleistungen können nicht überprüft werden, sie werden wohl stimmen. Beim Nutzwärmebedarf ist es nicht ersichtlich, wie die z.T. recht unterschiedlichen Laufzeiten/“Load factors“ angesetzt wurden.

Tunnelwassergewinnung

Die Berechnungen der maximal in Vorfluter einleitbaren Portalschüttungen (Basis: zulässige Erwärmung bei minimalem Abfluss = 1.5 °C) wurden überprüft und für richtig befunden.

Es ist nicht ersichtlich, wie die notwendigen Tunnelwasserleitungen technisch realisiert werden (Isolation, Temperaturabfall). Bei einer Nutzung in Bodio muss das Tunnelwasser vom tieferliegenden Portal hochgepumpt werden. Die diesbezüglichen Kosten sind nicht explizit ausgewiesen.

Wärmeerzeugung

Als nutzbare Temperaturdifferenz wird ein ΔT von 15 °C fest vorgegeben. Weitere Varianten werden nicht untersucht. Ferner wird angenommen, dass das Bergwasser bei allen Nutzern mit der gleichen Temperatur zur Verfügung steht. Die technische Realisierung dieser Vorgabe wird nicht aufgezeigt.

Die folgenden Angaben (Auslegung, Energiebilanz) sind wenig transparent und nachvollziehbar (Wärmeproduktion entspricht nicht dem Wärmebedarf; die Zahlen in Tabelle 14 entsprechen nicht denjenigen in Tabellen 8 – 12, zudem sich die Zahlen „verrutscht“ in Tabelle 14).

Investitionen und Wirtschaftlichkeit

Die Berechnung der Wärmegestehungspreise basiert auf die jährlichen Wärmeverkäufe (MWh/a). Die diesbezüglichen Zahlen in den Tabellen 17, 19 und 21 entsprechen nicht denjenigen in Tabelle 14 (=ausgewiesener Bedarf).

Bei der Berechnung wird davon ausgegangen, dass der Bergwasserbezug unentgeltlich ist. Dies wiederum basiert auf der Annahme, dass die Erstellung der Bergwasserleitung bis zu den Versorgungsgebieten von AlpTransit finanziert wird. Diesbezügliche Zusagen sind bislang nicht erfolgt. Die ausgewiesenen Wärmegestehungspreise sind davon jedoch stark abhängig. Bei der Untersuchung der Preiseffekte von Subventionen wird zwar erwähnt, dass die Kostenübernahme durch AlpTransit nur teilweise erfolgen kann, der Kosteneffekt jedoch nicht weiter untersucht. Die Berechnungen zeigen, dass die Sensitivität des Wärmegestehungspreises auf variable Förderbeiträge beschränkt bleibt.

Offene Fragen

Hier ist eine ganze Liste präsentiert; ohne die Resultate der noch vorzunehmenden weiteren Abklärungen bleiben die ausgewiesenen Wärmegestehungspreise recht unsicher.

Umweltaspekte

Es ist nicht angegeben, auf welcher Basis die Berechnung der Einsparung von CO₂-Emission erfolgte (wie viele Tonnen Heizöl können total eingespart werden; Umrechnungsfaktor t Heizöl / t CO₂).

Schlussbemerkung

Die zentrale Aussage des Schlussberichtes, wonach um den Südportal des Gotthard Basistunnels „die Bergwassernutzung ist möglich und wirtschaftlich“, ist im Sinne der obigen Bemerkungen zu relativieren.

Anhang G4

GBT Süd, Machbarkeitsstudie Phase II, Schlussbericht

Bemerkungen Gruneko AG zur Stellungnahme L. Rybach

Vorbemerkung

Auf Seite 9 wird hingewiesen, dass die Verharrungswerte, nach Fertigstellung des Tunnelbaus, besser abgeschätzt werden können als zum heutigen Zeitpunkt.

Finanzielle Unterstützung Machbarkeitsstudie

Im Kapitel 1 sind unter „finanzielle Unterstützung“ die Organisationen und Firmen aufgeführt, welche die Studie finanziell unterstützt haben. Die Höhe der Beiträge werden in den 4 Machbarkeitsstudien Wärmenutzung Tunnelwasser GBT / LBT nicht genannt.

Tunnelwassernutzung und Wärmeabnehmer

Der Wärmebedarf Wellnessbad Bodio ist auf Seite 4 vermerkt.

Für die auf Seite 3 hingewiesenen Nutzungsmöglichkeiten (Fischzucht, Tropenhaus etc.) bestanden zur Zeit der Berichtverfassung keine konkreten Projekte mit Bedarfszahlen und konnten deshalb nicht weiter untersucht werden.

Die unterschiedlichen Quotienten (Nahwärmebedarf / Wärmeleitung) sind damit begründet, dass die unterschiedlichen Nutzungsarten (Wohnen mit / ohne Brauchwarmwasser, Gewerbebetriebe, Schulen etc.) berücksichtigt werden.

Tunnelwassergewinnung

Materialwahl und Isolation der Tunnelwasserleitung ins Versorgungsgebiet muss unter wirtschaftlichen Aspekten in der nächsten Projektphase näher untersucht werden. In der Machbarkeitsstudie sind nicht isolierte Kunststoffrohre für die Kostenbetrachtung eingerechnet.

Die Kosten für die Tunnelwasserpumpen sind in den jeweiligen Kapiteln unter Investitionen Wasserfassung enthalten (z.B. Tabelle 18, Seite 28).

Wärmeerzeugung

Betreffend nutzbare Temperaturdifferenz wird auf Kapitel 5.1 verwiesen. Eine verfeinerte Betrachtung erfolgt in der nächsten Projektphase (aktuelle Prognose Temperatur Tunnelwasser, Temperaturbedarfsniveau von potentiellen Bezügern, wirtschaftlicher Betrieb Wärmepumpe / Auslegung Wärmepumpe).

Die Zeilen der Tabelle 14 sind bereinigt. Der Bergwasserbedarf in MWh/a entspricht den Angaben in den Tabellen 8, 10, 12 und 13.

Adressat
Betrifft

Investitionen und Wirtschaftlichkeit

Die Zahlen in den Tabellen 17, 19, 21 beziehen sich auf den Wärmeverkauf beim Bezüger und berücksichtigen den Betrieb mit Wärmepumpenanlagen. Die Zahlen in Tabelle 14 beziehen sich jedoch auf die Wärmequelle, das Bergwasser.

Die Kostenschnittstellen sind erste Annahmen (Modellrechnungen), um eine erste Aussage machen zu können. Aufgrund dieser Basis können weitere Projektschritte (Kapitel 8.2) angegangen werden.

Die Wärmegestehungskosten sind mit und ohne Kosten für die Tunnelwasserleitung ab Portal bis Versorgungsgebiet ausgewiesen (z. B. Kapitel 7.2, nach Tabelle 17). Die Sensitivität wird auch für den Einfluss des Strompreises bei Wärmepumpenbetrieb aufgezeigt (Kapitel 7.5, Bild 3). Weiter wird die Situation einer Nahwärmeversorgung im Vergleich zu einer Modellrechnung Mehrfamilienhaus aufgezeigt (Kapitel 7.5 am Schluss).

Offene Fragen

Im Kapitel 8.2 stehen die offenen Fragen und sollen helfen, in der nächsten Projektphase die richtigen Schritte angehen zu können.

Umweltaspekte

Im Kapitel 9 ist die spezifische CO₂-Emission für Heizöl ergänzend angegeben.

Für weitere Fragen steht Gruneko AG gern auch in den folgenden Projektphasen beratend bereit.

Gruneko AG Basel / DU