

# WARMWASSERNUTZUNG AUS DEM FURKATUNNEL

Nanzer Klaus - Masch. Ing ETH, Gemeindepräsident 3999 Oberwald

## **1. Das Dorf Oberwald**

In der Nähe des Gotthards auf einer Höhe von ca. 1300 müM liegt die Region GOMS mit 23 Gemeinden. Oberwald ist die erste Ortschaft, wenn man durch den Furkatunnel von Osten her in den Kanton Wallis fährt. Oberwald hat 290 Einwohner, die vorallem vom Tourismus leben. In erster Linie ist es der Langlauf Tourismus im Winter, im Sommer kämpfen auch wir um eine vernünftige Auslastung der Betten. In den letzten 10 Jahren entstanden in unserem Dorf die meisten Ferienwohnungen, deren Anzahl sich heute auf 320 Einheiten beziffert. In Hotels, Ferienlager und Wohnungen hat unser Dorf annähernd 2000 Fremdenbetten. Ein wesentlicher Faktor für die Entwicklung unserer Region spielt dabei der Bau des Furkatunnels in den Jahren 1972 - 1982. Durch den Bau dieses Tunnels sind wir näher zu den Zentren im Mittelland der Schweiz gerückt. Durch den Furkatunnel fährt auch der weltberühmte Glacier Express.

## **2. Projektphase**

Verschiedenen Leuten fiel auf, dass beim Einmünden des Wassers aus dem Furkatunnel in die Rhone im Winter nie Schnee liegt. So hat sich der Gemeinderat von Oberwald 1986 entschlossen dieses Wasser näher zu untersuchen. Während 2 Jahren wurden die Mengen und die Temperatur des Tunnelwassers gemessen und es zeigte sich ein Potential an Energie von 3600 kW, wenn diese 90 l/s von den 16 °C auf etwa 6°C abgekühlt wird.

Zusammen mit dem Heizungsingenieur Imhof Anton aus Lax wurde das Konzept der Wärmeverteilung erarbeitet. Wir diskutierten zwei Varianten. Eine Variante sieht die Verteilung der Wärme auf der kalten Seite vor, also ein Verteilen des Tunnelwassers direkt im Dorf. Als zweite Variante wurde auch der Bau einer zentralen Wärmepumpe mit der Verteilung der Wärme auf der warmen Seite diskutiert. Bereits 1989 stand fest, dass die erste Variante ( Verteilung der Wärme auf der kalten Seite ) für uns von Vorteil ist. In dieser Variante sind die Vorinvestitionen der Gemeinde viel kleiner, das ganze Leitungssystem wird einfacher, da der Rücklauf aus dem Verdampfer über die Oberflächenentwässerung der Rhone zugeführt wird. Ein grosser Vorteil in unserem Dorf liegt darin, dass der Tunnelausgang ca. 10 m höher liegt als das Dorf. So können wir ohne Pumpen und ohne Einsatz weiterer Energie das Wasser natürlich im Dorf verteilen. Im Bild 1 sehen Sie das Dorf mit den gebauten Leitungen und den bereits heute angeschlossenen Wohnhäusern.

Die Regelung der Beziehung zw. der Gemeinde und dem Nutzer der Abwärme wurde parallel zu den Konzeptdiskussionen vorbereitet. Dieses Reglement beschreibt das Bewilligungsverfahren, die technischen Vorschriften, die Eigentumsgränze der Anlagen und die Kosten für den Anschluss. Als das Konzept, die detaillierte Planung und auch das Reglement soweit erarbeitet waren, wurde der Urversammlung von Oberwald ein Kreditbegehren von Fr. 350'000.00 unterbreitet mit der Ankündigung, dass für die Basiserschliessung des Dorfes ein Gesamtbetrag von etwa Fr. 800'000.00 benötigt wird.

## **3. Bauphase**

Im Jahre 1991 war es nun soweit, dass wir mit dem Bau des Sandfanges beim Tunnelausgang beginnen konnten. In den Jahre 1992 und 1993 wurde in verschiedenen Baulosen die Basiserschliessung erstellt. Wir hatten selbstverständlich auch das Glück, dass zu dieser Zeit sowieso eine Sanierung der Kanalisation und der Wasserversorgung auf dem Programm stand. Durch die Koordination mit der Telecom konnten die Baukosten auch verringert werden.

Wir mussten nun aber auf die Bereitschaft der Hausbesitzer in Oberwald hoffen, sich an diesem Wärmepotential anzuschliessen. Einen Zwang zum Bau einer Wärmepumpenheizung kann die Gemeinde niemandem auferlegen. Durch Information und Überzeugungsarbeit erreichten wir in den folgenden Jahren, dass praktisch alle Neubauten mit einer Wärmepumpe ausgerüstet wurden. Zudem haben wir in zwei Häusern den Ölkessel durch eine Wärmepumpe ersetzt.

<b>ANLAGENÜBERSICHT</b>	Stand September 1996
-------------------------	----------------------

Jahr	Bezeichnung	Haustyp	Anzahl Whg	Baujahr Haus	Heiz Leistung [kW]	Kompressor Leistung [kW]	Verwendung der Heizwärme
1992	Pfarrhaus	EFH	1	1965	10.50	3.80	Radiatorheizung bestehend
1992	Haus Kristall	MFH	14	1992	42.00	12.00	Bodenheizung
1992	Haus Patrizia	MFH	12	1992	32.00	10.00	Bodenheizung
1993	Oberwalderhof	MFH	32	1993	155.00	60.00	BodenheizungWWaufbereitung
1993	Saashorn	MFH	8	1993	32.20	9.80	Bodenheizung
1994	Bella Vista	MFH	20	1994	108.00	22.40	Bodenheizung
1994	z'Wald	MFH/G	12	1994	43.00	11.00	Bodenheizung
1995	Mehrzweckhalle	Sport		1995	200.00	69.00	Heizung und Lüftung
1995	Rhone	MFH	19	1995	108.00	23.00	Bodenheizung
1995	Lengis	MFH/G	11	1995	51.00	14.00	Bodenheizung
1995	Nanzer Werner	MFH/G	2	1969	33.00	8.10	Radiatorheizung bestehend
1996	Walter Karl	MFH	5	1996	22.50	7.00	Bodenheizung

TOTAL	136	837.20	250.10
-------	-----	--------	--------

*(nicht vollständig: Im Jahr 2008 sind insgesamt 174 Wohnungen an das Netz angeschlossen)*

Bei einem Wohnungsbestand von annähernd 420 Einheiten bedeuten die 136 angeschlossenen Wohnungen einen Anteil von 32.5 %. Im Bild zwei ist auch die Verwendung der Heizwärme festgehalten. Für die Wirkungsgrade der Wärmepumpen ist es von entscheidender Bedeutung, dass die beheizten Häuser von den Isolationswerten und der Art der Heizung auf dem neuesten Stand der Technik sind. Zwei Häuser haben noch eine alte Radiatorheizung, die aber früher so gross ausgelegt wurden, dass Vorlauftemperaturen von 40 - 45 °C ausreichen. Es ist selbstverständlich, dass die installierten Anlagen monovalent betrieben werden. Seit dem November 1995 wird die Wärmepumpenanlage des Hauses Kristall von der HTL Sitten eingehender untersucht. In den letzten Tagen haben wir den erste Zwischenbericht erhalten. In Bild 3 sind die Messeinrichtungen schematisch dargestellt. Die Leistungsziffer wird aus dem Verhältnis

$$n = \frac{Q_{pac}}{E_{pac}}$$

ermittelt, mit Berücksichtigung des Bedarfs an Elektrizität für die Hilfsenergien. Die Messungen über die Periode vom September 1995 bis im Juli 1996 haben einen Wirkungsgrad  $n = 3.8$  ergeben. Dies ist ein Wirkungsgrad, der zufriedenstellend ist, es wurden aber in den Anlagen zwei Mängel festgestellt ( Wirkungsgrad des Wärmetauschers im Zwischenkreislauf und die hydraulische Schaltung der Wärmespeicher ) die den Wirkungsgrad negativ beeinflussen. Die HTL Sitten rechnet aus, dass eine Behebung dieser Mängel den Wirkungsgrad auf 4.5 und mehr steigern könnte.

#### **4. Die Wirtschaftlichkeit aus der Sicht der Gemeinde**

In Bild 3 werden die Ausgaben der Gemeinde für den Bau der Wasserverteilung im Dorf zum Ausgangspunkt genommen, um die benötigte Heizleistung zu berechnen, die installiert werden muss, damit die Investitionen der Gemeinde selbsttragend werden. Für den Bau der Tunnelwasserverteilung hat die Gemeinde eine Betrag von Fr. 750'000.00 investiert. Das Energiedepartement des Bundes und des Kantons haben sich an diesen Kosten mit Fr. 170'000.00 beteiligt.

Der Benutzer des Tunnelwassers bezahlt der Gemeinde einen einmaligen Betrag für den Anschluss an das Verteilnetz von Fr. 1'200.00 pro kW Kompressorleistung. Die Jährliche Gebühr für das Beziehen des Wassers wurde auf Fr. 0.15 pro m<sup>3</sup> Wasser festgelegt. Die Gemeinde bringt die Leitung mit dem Tunnelwasser bis und mit dem Wasserzähler im Keller des Hauses. Nach dem Wasserzähler gehen die Kosten für den Bau der Wärmepumpe zu Lasten des Hauseigentümers.

### BERECHNUNG DER KOSTEN FÜR DAS TUNNELWASSER

Wirkungsgrad	3.20	Laufzeit [h/a]	1'600	Anschlussgebühr [Fr./kW]	1'200	Kostenbeiträge [Fr.]	170'000
Quellenausnutzung [°C]	10.00	Investition [Fr.]	750'000	Gebühr [Fr./m <sup>3</sup> ]	0.15	Kosten pro Anschluss	200

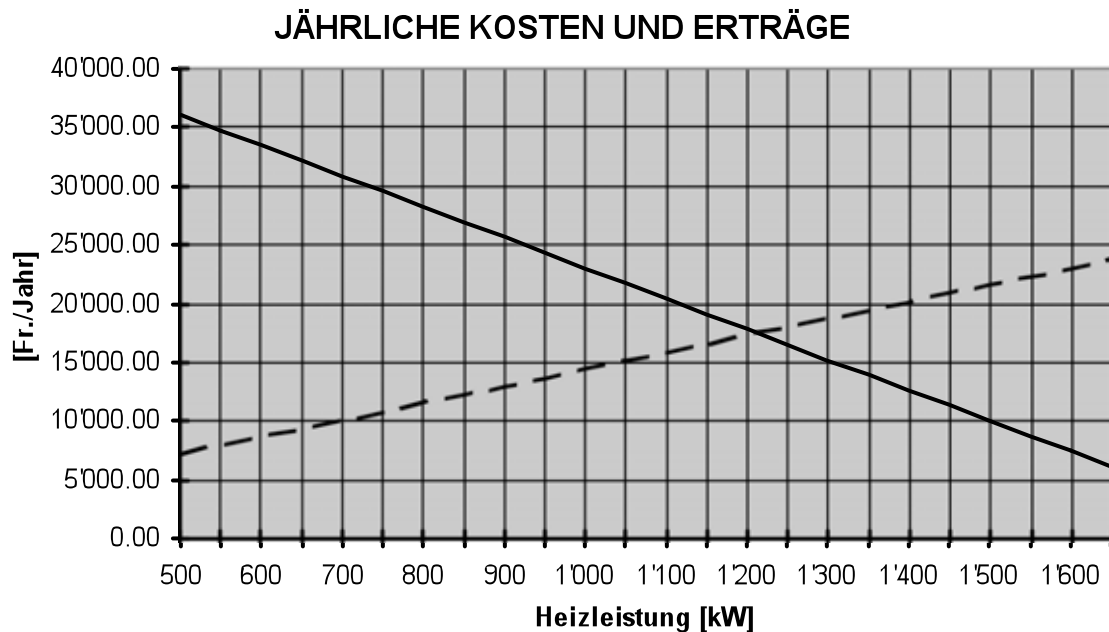
Heizleistung [kW]	Leistung elekt [kW]	Kälteleistung [kW]	Wasserverbrauch [l/s]	Wasserverbrauch [m <sup>3</sup> /a]	Einnahme Anschluss	Einnahme Verbrauch	Ausgaben Anschluss	Restschulde Gemeinde	Zinskoste (5%)	Amortisationskosten	Unterhaltung	Summe Kosten	Kosten [Fr./m <sup>3</sup> ]
500	156	344	8	48'023	187'500	7'203	31'250	-423'750	21'188	14'125	750	36'063	0.7509
550	172	378	9	52'826	206'250	7'924	34'375	-408'125	20'406	13'604	750	34'760	0.6580
600	188	413	10	57'628	225'000	8'644	37'500	-392'500	19'625	13'083	750	33'458	0.5806
650	203	447	11	62'430	243'750	9'365	40'625	-376'875	18'844	12'563	750	32'156	0.5151
700	219	481	12	67'233	262'500	10'085	43'750	-361'250	18'063	12'042	750	30'854	0.4589
750	234	516	13	72'035	281'250	10'805	46'875	-345'625	17'281	11'521	750	29'552	0.4102
800	250	550	13	76'837	300'000	11'526	50'000	-330'000	16'500	11'000	750	28'250	0.3677
850	266	584	14	81'640	318'750	12'246	53'125	-314'375	15'719	10'479	750	26'948	0.3301
900	281	619	15	86'442	337'500	12'966	56'250	-298'750	14'938	9'958	750	25'646	0.2967
950	297	653	16	91'244	356'250	13'687	59'375	-283'125	14'156	9'438	750	24'344	0.2668
1'000	313	688	17	96'047	375'000	14'407	62'500	-267'500	13'375	8'917	750	23'042	0.2399
1'050	328	722	18	100'849	393'750	15'127	65'625	-251'875	12'594	8'396	750	21'740	0.2156
1'100	344	756	18	105'651	412'500	15'848	68'750	-236'250	11'813	7'875	750	20'438	0.1934
1'150	359	791	19	110'454	431'250	16'568	71'875	-220'625	11'031	7'354	750	19'135	0.1732
1'200	375	825	20	115'256	450'000	17'288	75'000	-205'000	10'250	6'833	750	17'833	0.1547
1'250	391	859	21	120'058	468'750	18'009	78'125	-189'375	9'469	6'313	750	16'531	0.1377
1'300	406	894	22	124'861	487'500	18'729	81'250	-173'750	8'688	5'792	750	15'229	0.1220
1'350	422	928	23	129'663	506'250	19'449	84'375	-158'125	7'906	5'271	750	13'927	0.1074
1'400	438	963	23	134'465	525'000	20'170	87'500	-142'500	7'125	4'750	750	12'625	0.0939
1'450	453	997	24	139'268	543'750	20'890	90'625	-126'875	6'344	4'229	750	11'323	0.0813
1'500	469	1'031	25	144'070	562'500	21'610	93'750	-111'250	5'563	3'708	750	10'021	0.0696
1'550	484	1'066	26	148'872	581'250	22'331	96'875	-95'625	4'781	3'188	750	8'719	0.0586
1'600	500	1'100	27	153'675	600'000	23'051	100'000	-80'000	4'000	2'667	750	7'417	0.0483
1'650	516	1'134	28	158'477	618'750	23'772	103'125	-64'375	3'219	2'146	750	6'115	0.0386

Auf Grund dieser Randbedingungen sind in Bild 3 die Einnahmen und Ausgaben der Gemeinde in Abhängigkeit der installierten Heizleistung gerechnet. Zudem enthält die Tabelle den Restschuldverlauf der Gemeinde sowie in der letzten Spalte die Kosten für den Kubikmeter Wasser, die der Gemeinde entstehen in Abhängigkeit der installierten Heizleistung.

Heute ist eine Heizleistung von 850 kW installiert. Wir sind somit bei einem Wasserpreis für die Gemeinde von Fr. 0.33 angelangt. Gemessen am Potential der Wärmequelle entspricht dies einem Anteil von 31 %. Der Anschluss weiterer Häuser ist noch ohne Probleme möglich und die Berechnungen zeigen, dass wir bei einer Heizleistung von 1200 kW den verlangten Preis des Wassers erreichen. Ab dieser Heizleistung der installierten Wärmepumpen wird die Investition der Gemeinde rentabel.

Der Punkt, ab dem die Investition sich auszahlt ist bei einer Ausnutzung des Wärmepotentials von 45 % erreicht. Es müssen in den nächsten Jahren nur noch etwa 400 kW Heizleistung neu angeschlossen werden und die Gemeinde kann dann sogar etwas am Verkauf dieser Wärme aus dem Furkatunnel verdienen.

Die Höhe der Temperatur und vorallem der Umstand, dass der Tunnelausgang etwa 10 Meter über dem Niveau des Dorfes ist, führt dazu, dass wir für die Verteilung des Wassers keine zusätzliche Energie benötigen. Der Unterhalt der Verteilung ist daher sehr gering und beschränkt sich ausschliesslich auf die Reinigung des Sandfanges einmal im Jahr.

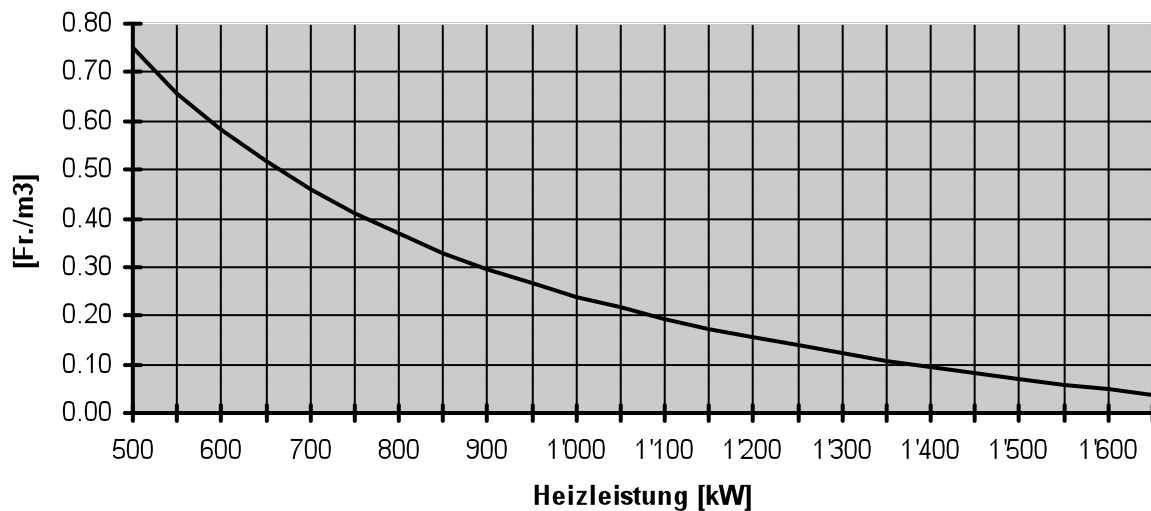


Die Anstrengungen der Gemeindeverwaltung gehen dahin, dass wir die Bauherren der Neubauten in Zukunft animieren wollen, auch dieses Wärmepotential zu nutzen. Ein zweites Ziel ist es, bestehende Bauten beim Ersatz der Ölheizung genauer zu untersuchen, damit auch diese an die Verteilung der Tunnelwärme angeschlossen werden.

### **5. Die Wirtschaftlichkeit aus der Sicht des Bauherrn**

Wie bereits im Kapitel 3 dargelegt ist, macht die HTL Sitten Messungen an einer Installation. Diese zeigen hier interessante Ergebnisse, die noch verbessert werden können. In Bild 6 ist für dieses Haus die Heizkostenabrechnung der letzten drei Heizperioden dargestellt.

### KOSTEN TUNNELWASSER



Wie Sie sehen beträgt der Preis für eine kWh Wärme für dieses Haus etwa 6.95 Rp. Im Vergleich zu den Heizkosten mit Öl ist dieser Preis höher. Solange der Heizölpreis auf dem tiefen Niveau von Fr. 30 pro 100 kg (im Jahr 1992) steht, werden alle Alternativsysteme teurer sein. Eine Steigerung des Heizölpreises um 10-15 Fr. pro 100 kg jedoch würde die Wärmegestehungskosten auch unseres Tunnelwassers äusserst interessant machen. In diesen Betrachtungen sind die Mehrinvestitionen für Wärmepumpenheizungen nicht berücksichtigt. Diese Mehrinvestitionen sind aber geringer unter der Berücksichtigung, dass kein Öltank und kein Kamin benötigt wird. Für das Haus Kristall in Oberwald bestätigt der Bauherr, dass von keiner Mehrinvestition gegenüber einer Ölheizung gesprochen werden kann.

<b>HEIZKOSTENABRECHNUNG</b>	Haus Kristall	Bild 7
-----------------------------	---------------	--------

Baujahr	Bezeichnung	Heizleistung [kW]	Kälteleistung [kW]	Kompressorleistung [kW]	Wasserverbrauch theoretisch [l/min]	Wasserzähler Datenblatt Nr.	Anschlussgebühr
1992	Haus Kristall	42.00	31.50	12.00	46.00	Z2	Fr. 14'400.00

Heizperiode	Wärmebedarf [kWh]	Tunnelwasser [Fr.]	Kosten			Spez. Kosten [Rp./kWh]
			Strom [Fr.]	Unterhalt [Fr.]	Total [Fr.]	
1.7.93 - 30.6.94	52690.00	1181.40	2622.70	0.00	3804.10	7.22
1.7.94 - 30.6.95	56724.00	844.40	2874.50	226.35	3945.25	6.96
1.7.95 - 30.6.96	50435.00	631.20	2329.20	452.65	3413.05	6.77