

FERNWÄRMELEITUNG MIT SEEWASSER AUS DEM GENFERSEE IN LA TOUR-DE-PEILZ

Wärme oder Kälte aus Oberflächengewässer zu gewinnen, wird zunehmend attraktiv. Gerade an den grossen Schweizer Seen drängt sich die Nutzung des riesigen Wärmepotenzials auf. Das Fernwärmenetz-Projekt «CAD La Tour-de-Peilz» hat zum Ziel, mit der Energie des Wassers aus dem Genfersee den Bedarf an Heizwärme und Warmwasser von rund 3000 Haushalten zu decken. Die hierfür verwendete Technologie ist eine Kombination aus Pumpstationen, einem Rohrleitungsnetz und individuellen Wärmepumpen.

Vincent Voyame*, vonRoll hydro (suisse) ag

Mit den Zielen einer nachhaltigen Energieversorgung und einer Reduktion des CO₂-Ausstosses wird die Nutzung von Wärme oder Kälte aus Seen zunehmend attraktiv. In der Schweiz stammen noch immer rund 65 Prozent der Energie für das Heizen von Gebäuden aus nicht erneuerbaren fossilen Energieträgern. Da sich gerade an den grösseren Seen wie Bodensee, Zürich-, Vierwaldstätter- oder Genfersee auch grössere Ortschaften befinden, drängt sich die Nutzung des riesigen Wärmepotenzials der tiefen Seen am Alpenrand auf. Einzelne Anlagen stehen zwar schon in Betrieb, so in Zürich, Lausanne oder St. Moritz,

doch sind die bisher genutzten Wärmemengen klein. Zudem haben ältere Wärmepumpen oft schlechte Wirkungsgrade. Das heisst, für den Gewinn von Nutzwärme wird zu viel Antriebsenergie eingesetzt – zumeist Strom, bei grösseren Anlagen auch über Verbrennungsmotoren.

FERNWÄRMENETZ «CAD LA TOUR-DE-PEILZ»

Das Fernwärmenetz-Projekt *CAD La Tour-de-Peilz* hat zum Ziel mit der Energie des Wassers aus dem Genfersee im Endausbau den Bedarf an Heizwärme und Warmwasser von rund 3000 Haushalten zu decken (Fig. 1). Die Technologie dieser Fernheizanlage ist eine Kombination aus Pumpstationen, einem Rohrleitungsnetz und individuellen Wärmepumpen (Fig. 2 und 3). Das Wasser wird 500 Meter vom Seeufer entfernt und in 70 Metern Tiefe angepumpt, wo die Temperatur stabil ist (Fig. 4). Mit einer Temperatur von 6 °C gelangt es in den Pumpenkreislauf und gibt 3 °C an das Verteilnetz zwischen der Pumpstation und den angeschlossenen Gebäuden ab. Durch den Wechsel von

RÉSUMÉ

CONDUITE DE CHAUFFAGE À DISTANCE AVEC DE L'EAU DU LAC LÉMAN À LA TOUR-DE-PEILZ

Dans le cadre des objectifs visant à un approvisionnement durable en énergie et la réduction des émissions de CO₂, l'exploitation de la chaleur et du froid des lacs devient de plus en plus intéressante. Dans la mesure où des localités relativement importantes bordent les grands lacs suisses, tels que le lac de Constance, le lac de Zurich, le lac des Quatre Cantons et le lac Léman, l'exploitation des potentiels de chaleur considérables de ces lacs profonds s'impose désormais en bordure des Alpes. Le projet de réseau de chauffage à distance CAD La Tour-de-Peilz a pour objectif, une fois son extension achevée, de couvrir les besoins en chauffage et eau chaude sanitaire d'environ 3000 ménages avec l'énergie de l'eau du lac Léman. La technologie utilisée pour cette installation de chauffage à distance est la combinaison de stations de pompage, d'un réseau de conduites et de pompes à chaleur individuelles permettant d'exploiter l'énergie de l'eau du lac Léman. Lors de la construction d'une conduite de chauffage à distance, la sécurité de fonctionnement, la rentabilité et une longue durée de vie sont des critères décisifs pour choisir un système de conduite approprié. Le tuyau en fonte *vonRoll DUCPUR*, revêtu de polyuréthane, satisfait à ces exigences élevées et a été par conséquent privilégié par la direction du projet. Grâce à son revêtement intérieur en polyuréthane lisse, ce tuyau est idéal pour le pompage d'eau requérant un haut rendement énergétique, car il a un impact direct sur les coûts d'exploitation de l'installation.



Fig. 1 La Tour-de-Peilz (Quelle: Groupe E SA/Groupe Sollertia SA)

* Kontakt: vincent.voyame@vonroll-hydro.ch

Kompression und Expansion nutzen die Hochleistungs-Wärmepumpen bei den Verbrauchern die im See aufgenommene Energie zum Heizen und für die Produktion von Brauchwarmwasser.

GROSSES ERWEITERUNGSPOTENZIAL

Bis Ende 2015 waren rund 15 Gebäude an CAD La Tour-de-Peilz angeschlossen. Das Netz ist so ausgelegt, dass es im Laufe der Jahre mit dem zunehmenden Bedarf seiner Kunden mitwächst, um zu guter Letzt mehr als 300 Gebäude zu versorgen. Bei kompletter Ausschöpfung des Potenzials wird die Pumpstation einen Wasserdurchfluss von 3600 Kubikmetern pro Stunde bewältigen und damit die Produktion von 35000000 Kilowattstunden pro Jahr ermöglichen. Das entspricht dem mittleren Verbrauch von 3000 Haushalten. Durch den Einsatz erneuerbarer Energien wird die Anlage den Ausstoss von 10000 Tonnen CO₂ pro Jahr vermeiden. Mit einer Investition von 23,5 Mio. Franken für die erste Etappe wird La Tour-de-Peilz eines der grössten Fernheizwerke Europas mit dieser Technologie sein.

**KENNZAHLEN DES FERNWÄRMEPROJEKTS
CAD LA TOUR-DE-PEILZ**

- angeschl. Gebäude ca. 300
- Länge des Netzes (km) 15
- Seewassermenge (m³/h) 3600
- angeschl. Leistung (kW) 18 500
- produzierte Energie (kWh/a) ca. 35 000 000
- äquivalente Energiemenge in Heizöl (l/a) ca. 3 745 000
- entspricht der CO₂-Reduktion (t/a) ca. 10 000

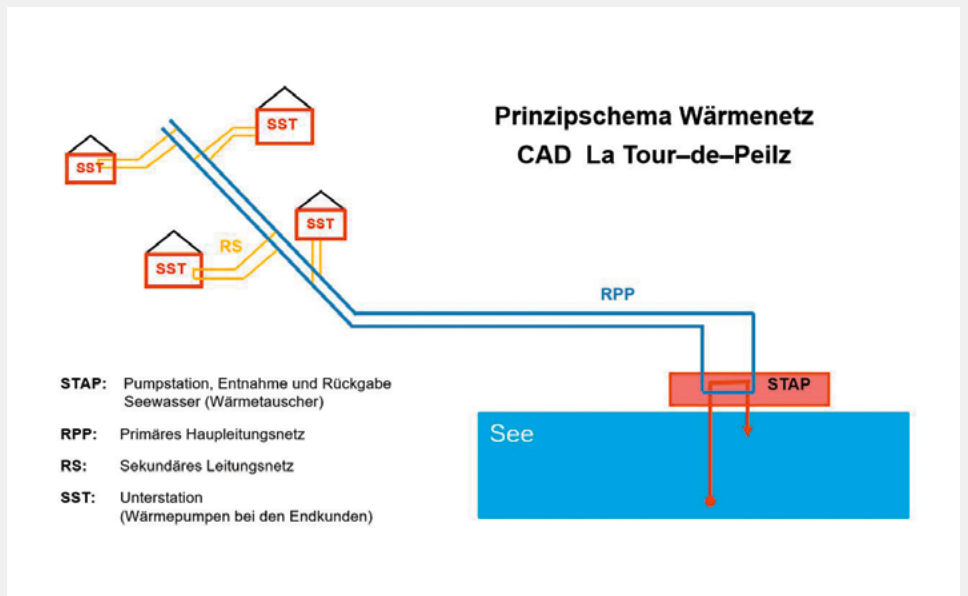


Fig. 2 Prinzipisches des Projekts «CAD La Tour-de-Peilz». (Quelle: Groupe E SA/Groupe Sollertia SA)
 Schéma de principe du projet «CAD La Tour-de-Peilz».

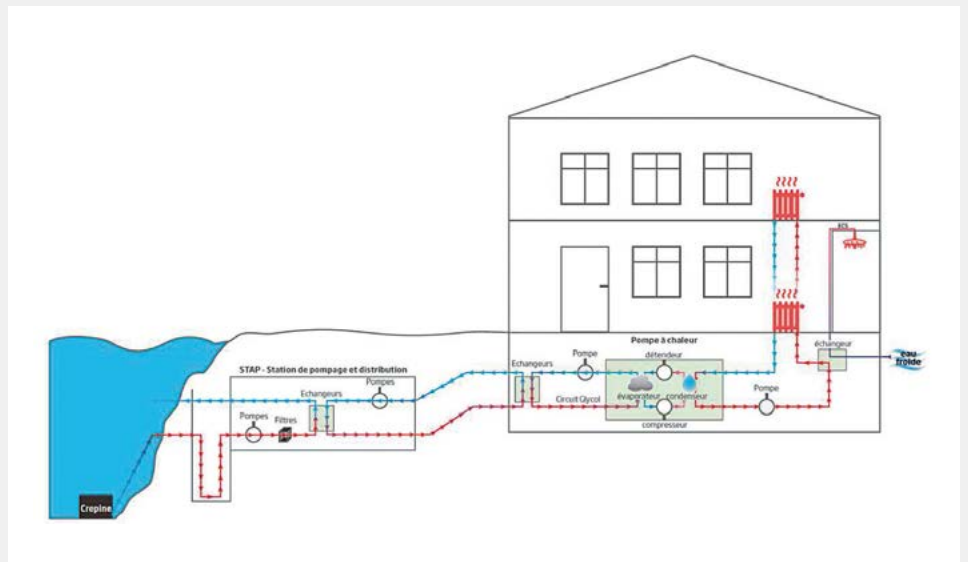


Fig. 3 Prinzip Wärmetauscher (Quelle: Groupe E SA/Groupe Sollertia SA)
 Principe de l'échangeur de chaleur

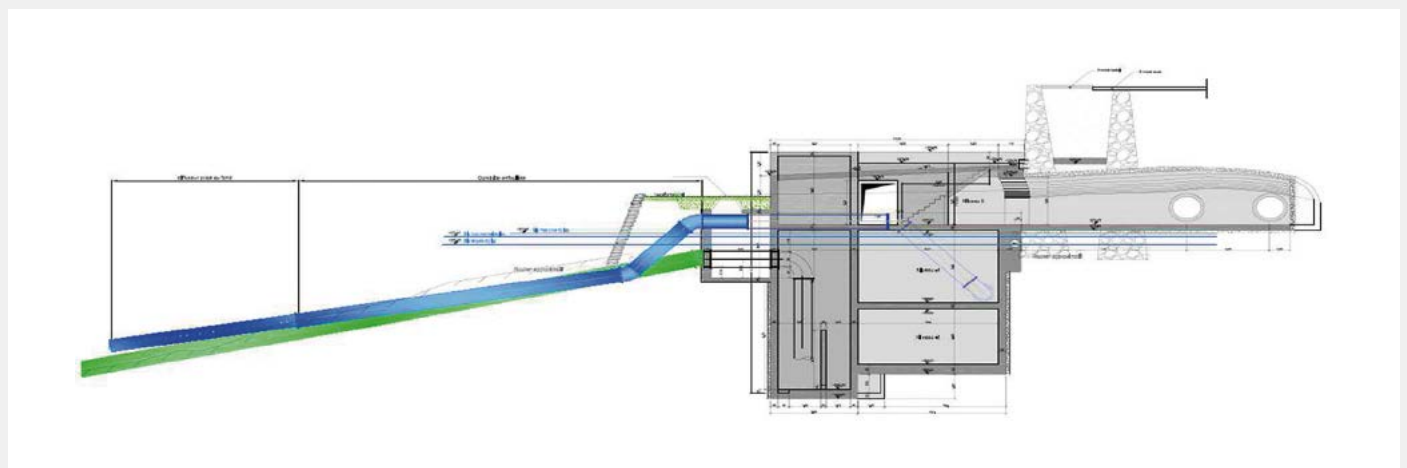


Fig. 4 Entnahme des Wassers in 500 Meter Distanz vom Seeufer und in 70 Meter Tiefe.
 Captage de l'eau à une distance de 500 mètres de la rive du lac et à 70 mètres de profondeur. (Quelle: Groupe E SA/Groupe Sollertia SA)

LÖSUNG MIT ENERGIEEFFIZIENTEN GUSSROHREN

Für den Bau einer Fernwärmeleitung sind hohe Betriebssicherheit, wirtschaftlicher Betrieb und eine hohe Lebensdauer der Rohrleitung entscheidende Kriterien bei der Auswahl eines geeigneten Rohrleitungssystems. Das Gussrohr *vonRoll DUCPUR* (Fig. 5) mit dem bewährten Schubsicherungssystem *HYDRO-TIGHT* erfüllt diese hohen Anforderungen und wurde deshalb von der Projektleitung favorisiert. Das mit Polyurethan ausgekleidete Rohr, das nach den Normen EN 545 [1] und EN 15655 [2] produziert wird, weist eine Wandrauheit von $k < 0,01$ mm auf und ist somit im Betrieb sogenannten hydraulisch glatt. Dies ist eine Voraussetzung für minimale Druckverluste. Zudem ist der hydraulische Querschnitt des Rohres wegen der dünnen PUR-Beschichtung grösser. Damit ist dieses Rohr prädestiniert für den Pumpbetrieb, bei dem ein hoher energetischer Wirkungsgrad entscheidend ist, da er direkt in die Betriebskosten der Anlage mit einwirkt. Im Projekt wurden Rohre der Nennweiten DN 200 bis DN 700 eingesetzt.



Fig. 5 Duktiles Gussrohr *vonRoll DUCPUR* mit Polyurethan-Auskleidung.
Tuyau en fonte ductile *vonRoll DUCPUR* avec revêtement en polyuréthane.



Fig. 6 Abgänge und *vonRoll*-Absperrklappen DN 400.
Sorties et clapets de vanne DN 400 *vonRoll*.



Fig. 7 Doppelleitung DN 700 im Schacht (Microtunnel aus Beton).
Conduite double DN 700 dans le puits (microtunnel en béton).



Fig. 8 Doppelleitung DN 700 mit aussenliegender Schubsicherung.
Conduite double DN 700 avec clapet de retenue à l'extérieur.

Die Fernwärmeleitung ist ein geschlossenes Kreislaufsystem, bestehend aus Doppelleitungen für den Vor- und Rücklauf mit Einlauf- und Auslaufleitungen zu den Wärmetauschern in den Gebäuden. Die Zugänge und Abgänge der Gebäudeanschlüsse wurden jeweils mit Absperrschiebern versehen.

Da das ganze System einige Kilometer lang ist, kamen in den Hauptleitungen auch Epoxidharzpulver beschichtete Strecken-Absperrklappen bzw. Streckenschieber zum Einsatz (Fig. 6). Das Leitungstrasse war wegen der teilweise engen Platzverhältnisse sehr anspruchsvoll. So musste nach der Wasserentnahmestelle am Ufer des Sees unmittelbar hinter der Pumpstation eine

Bahnlinie im *Microtunnelling*-Verfahren unterquert werden. Die längskraftschlüssig gesicherten *DUCPUR*-Rohre DN 700 wurden in einem 8 Meter tiefen Schacht mittels Gleitrollen in die beiden Tunnels eingezogen (Fig. 7).

Im konventionellen, offenen Einbauverfahren wurde die Grabenbreite für den Einbau der Doppelleitungen so optimiert, dass ihr Einbau mit einem Verlegegeräte möglich war (Fig. 8). Wegen der teilweise eingeschränkten Zugänglichkeit des Leitungstrassees



Fig. 9 Die duktilen Gussrohre vonRoll *DUCPUR* mussten zum Teil per Helikopter installiert werden.

Les tuyaux en fonte ductile vonRoll *DUCPUR* ont dû être en partie installés à l'aide d'un hélicoptère.



Fig. 10 Mit dem Helikopter eingeflogene vormontierte Seitenanschlüsse mit Schieber (Baugruppe).

Raccords latéraux pré-montés acheminés par hélicoptère, avec vanne à glissière (module de construction).

musste für den Transport und den Einbau der Rohre und vormontierten Baugruppen an besonders exponierten Stellen ein Helikopter eingesetzt werden (Fig. 9 und 10).

STREUSTRÖMGEFAHR BEI DER UNTERQUERUNG EINER BAHNLINIE

Im Rahmen des Projektes unterquert die Transportleitung eine Bahnlinie. Im Einflussbereich von Gleichstrombahnen sind metallische Strukturen im Erdboden durch Streuströme gefährdet. Diese Streuströme entstehen durch den Rückstrom zwischen Antriebswagen und Speisegleichrichter, der in den Schienen einen Längsspannungsabfall erzeugt. Streuströme können ein längsleitfähiges Rohrsystem erheblich gefährden, d.h. wenn der elektrische Widerstand einer Verbindung zwischen zwei Rohren gering ist. Die wirksame Unterbrechung der elektrischen Längsleitfähigkeit von Rohr zu Rohr bei Rohrleitungen aus duktilem Gusseisen ist deshalb bei diesen Randbedingungen der wichtigste Aspekt für das Ziel einer möglichst langen Lebensdauer und garantiert einen nachhaltigen Investitionsschutz.

Die SVGW-Richtlinie W4f für die Trinkwasserverteilung außerhalb von Gebäuden empfiehlt im Teil 3 «Bau und Prüfung» [3] die Unterbrechung der Längsleitfähigkeit als Schutz vor Streustromkorrosion, z.B. durch den Einsatz von duktilen Gussrohren mit elektrisch isolierenden Muffenverbindungen.

Auch der in *Aqua & Gas* N° 6/2013 erschienene Fachbericht der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz SGK über Korrosionsschutzkonzepte an Wasserleitungen [4] greift

| | Aussenkorrosionsschutz | Innenkorrosionsschutz | Schubsicherung |
|----------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| System 1 | Passiv (Polyurethan) | Polyurethan | Typ 1: aussenliegend reibschlüssig |
| System 2 | Passiv (Polyurethan) | Polyurethan | Typ 2: innenliegend reibschlüssig |
| System 3 | Aktiv (Zink/Bitumen) | Polyurethan | Typ 3: innenliegend reibschlüssig |
| System 4 | Passiv | Zement | Typ 4 |
| System 5 | Aktiv | Zement | Typ 5 |
| System 6 | Aktiv | Zement | Typ 6 |
| System 7 | Aktiv | Zement | Typ 7 |

Tab. 1 Zusammenstellung der geprüften Systeme (Gussrohre DN 150). (Quelle: [4])
Assemblage des systèmes testés (tuyaux en fonte DN 150).

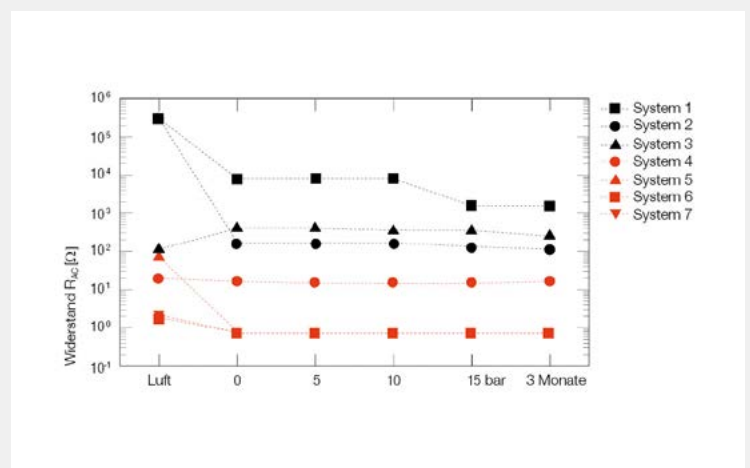


Fig. 11 Resultate der Wechselstromwiderstandsmessungen.

Résultats des mesures de résistance en courant alternatif.

(Quelle: [4])



Fig. 12 Schubsicherung vonRoll HYDROTIGHT aussenliegend mit hohem elektrischem Widerstand zur Verhinderung der elektrischen Längsleitfähigkeit.

Clapet de retenue vonRoll HYDROTIGHT à l'extérieur, doté d'une résistance électrique élevée pour éviter la conduction électrique longitudinale.



Fig. 13 Schubsicherung vonRoll HYDROTIGHT innenliegend mit hohem elektrischem Widerstand zur Verhinderung der elektrischen Längsleitfähigkeit.

Clapet de retenue vonRoll HYDROTIGHT à l'intérieur, doté d'une résistance électrique élevée pour éviter la conduction électrique longitudinale.

dieses Thema auf. Potenzialdifferenzen durch unterschiedliche Bodenbeschaffenheiten führen zwangsläufig zu einem Stromfluss und damit zu einem beschleunigten Korrosionsabtrag an ungenügend geschützten Metallstrukturen. Durch

die Verwendung von Gussrohren mit elektrisch isolierenden Muffenverbindungen zur Unterbrechung der Längsleitfähigkeit wird die Möglichkeit zur Bildung von galvanischen Elementen stark verringert. In einer drei Monate dauernden Testreihe der SGK wurde die elektrische Längsleitfähigkeit von schubgesicherten Gussrohrsystemen verschiedener Hersteller messtechnisch erfasst (Tab. 1). Bei einigen Systemen konnte aufgrund der sehr geringen Widerstandswerte auf eine direkte metallische Verbindung geschlossen werden. Die vonRoll-Rohrsysteme hingegen erzielten in der Messreihe die höchsten Widerstandswerte (Fig. 11) und sind damit elektrisch isolierend (Fig. 12 und 13).

FAZIT

Die porenfreie, spiegelglatte PUR-Innenauskleidung und der grosse hydraulische Querschnitt bewirken eine sehr hohe hydraulische Leistungsfähigkeit für den Transport des Seewassers, wodurch sich der Energieverbrauch der eingesetzten Pumpen signifikant reduziert.

Zusammen mit der elektrisch isolierenden längskraftschlüssigen Steckmuffenverbindung vonRoll HYDROTIGHT ist das System mit der porenfreien PUR-Umhüllung wirkungsvoll vor galvanischer Korrosion und Streuströmen geschützt – eine sichere Investition in die Zukunft.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] EN 545: Rohre, Formstücke, Zubehörteile aus duktilem Gusseisen und ihre Verbindungen für Wasserleitungen – Anforderungen und Prüfverfahren
- [2] EN 15655: Rohre, Formstücke und Zubehörteile aus duktilem Gusseisen – Polyurethan-Auskleidung von Rohren und Formstücken – Anforderungen und Prüfverfahren
- [3] SVGW (2013): W4 Richtlinie für Wasserverteilung, Planung, Projektierung, Bau, Prüfung sowie Betrieb und Instandhaltung der Trinkwasserverteilung ausserhalb von Gebäuden, Teil 3 Bau und Prüfung
- [4] Voûte, C.-H.; Joos, D. (2013): Korrosionsschutzkonzept. Galvanische Elemente: Ihre Gefahren und mögliche Schutzmassnahmen an Wasserleitungen. Fachbericht der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz SGK. Aqua & Gas N° 6/13, S. 34–37

BAUHERRSCHAFT

Groupe E SA, Granges-Paccot

VERLEGER

Yerly Installations SA, Rossens