

Jahresbericht 2004, 29. November 2004

# Geothermiespeicher SUVA D4 Unternehmens - und Innovationszentrum, Root

Autor und Koautoren	Hr. Peter Berchtold Hr. Erich Wirz Fr. Bente Engsig Hr. Dr. Thomas Baumann Hr. Markus Frei	Dipl. Ing. HTL/HLK Dipl. Techniker TS Dipl. Ing. / M.Sc. Dr ès sciences ETH, Dipl. Ing. ETH Dipl. Ing. FH/HLK
beauftragte Institution	PB Peter Berchtold Dipl. HLK Ing. HTL Büro für Energie & Haustechnik	
Adresse	Bahnhofstrasse 6 6060 Sarnen / Schweiz	
Telefon, E-mail, Internetadresse	Telefon: +41 41 666 03 30 E-mail: <a href="mailto:ipb@ing-berchtold.ch">ipb@ing-berchtold.ch</a>	
BFE Projekt-/Vertrag-Nummer	42658 / 82587	
Dauer des Projekts (von – bis)	Frühling 2003 – Ende 2005	

## ZUSAMMENFASSUNG

Die erste Messperiode der Anlage D4 in Root ist abgeschlossen. Die Daten haben gezeigt, dass der erwartete Energiedeckungsgrad von 50% aus erneuerbaren Energien erreicht werden konnte.

Die Auswertungen haben gezeigt, dass noch Verbesserungen an der Anlage vorgenommen werden sollen, damit das Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Energieerzeuger sowie –verbraucher innerhalb des Systems effizient funktioniert und möglichst viel Energie aus natürlichen Ressourcen genutzt werden kann. Besondere Aufmerksamkeit ist dabei der Systemtemperatur beim Heizungssystem zu schenken, da von diesem Parameter viele Komponenten energetisch direkt beeinflusst werden.

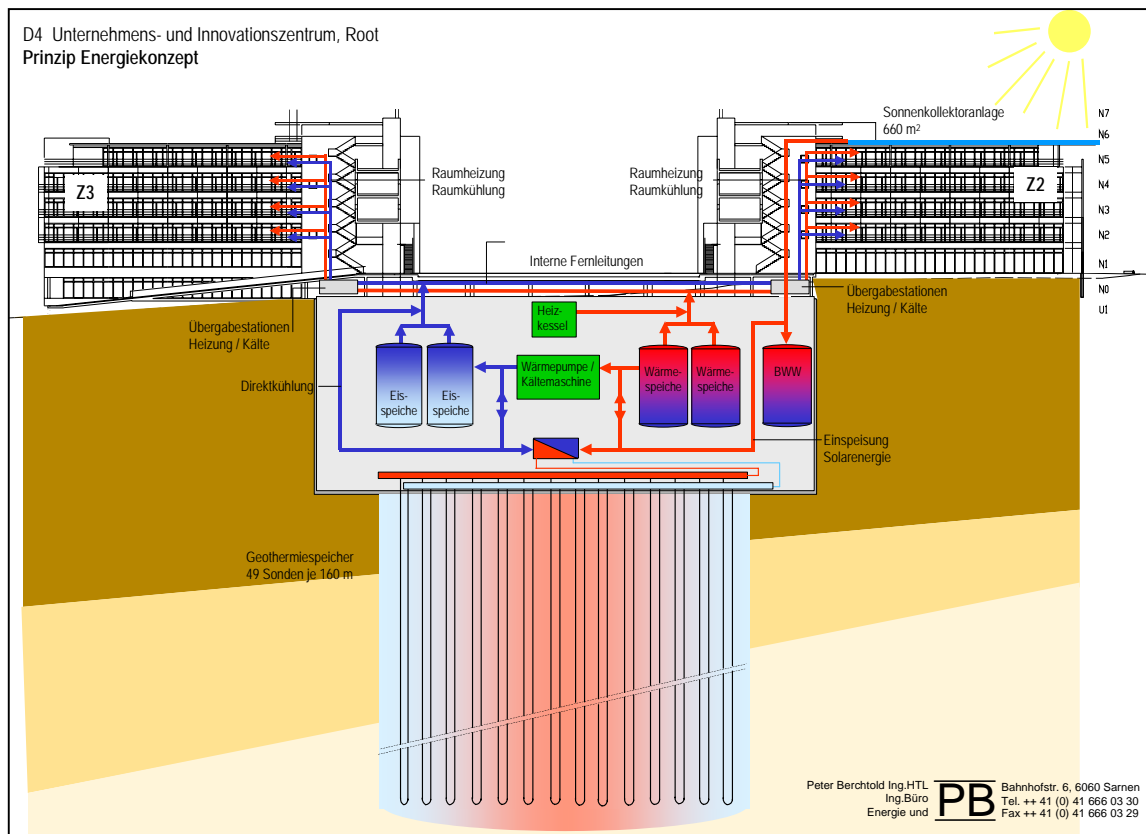
Die Mietflächen des D4 Business Center sind zur Zeit nicht 100% ausgelastet. Das hat auf das Energieerzeugungssystem einen Einfluss. Der Energieeinsatz für die Heizung fällt deutlich höher aus. Dieser Umstand bewirkt, dass das Energiegleichgewicht des Geothermiespeichers ungünstig beeinflusst wird.



## Projektziele

### Ziele und Bedeutung des Projekts

In Längenbold Root hat die SUVA ( Schweizerische Unfallversicherungsgesellschaft ) die erste Etappe des Unternehmens- und Innovationszentrums D4 realisiert. Die Vorgabe des Bauherren war, die Wärmeenergieversorgung mit mindestens 50 % erneuerbaren Energiequellen abzudecken. Die Evaluationsverfahren für das Energiekonzept zeigte, dass die Kombination Blockheizkraftwerk (BHKW), kombinierte Wärmepumpe/Kältemaschine (WP/KM), Öl-/Gaskessel, Wärme- und Eisspeicher, geothermischer Diffusionsspeicher und Solardach / Fotovoltaik die Bedürfnisse der zukünftigen Benutzer am optimalsten abdeckt. Mit dieser Variante können etwa 65% des Energiebedarfs mit erneuerbaren Energiequellen bereitgestellt werden (gilt bei Vollausbau). Die substituierte Ölmenge beträgt für die erste Bauetappe ca. 350 MWh oder 35'000 Liter Öl pro Jahr. In der Figur 1 ist schematisch das realisierte Energiekonzept dargestellt. Darauf ist ersichtlich, dass die gewonnene Sonnenenergie sowohl für die direkte Nutzung im Gebäude, als auch für die Regeneration des Geothermiespeichers genutzt wird.



Figur 1; Energiekonzept erste Bauetappe SUVA D4, Root, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold [1]

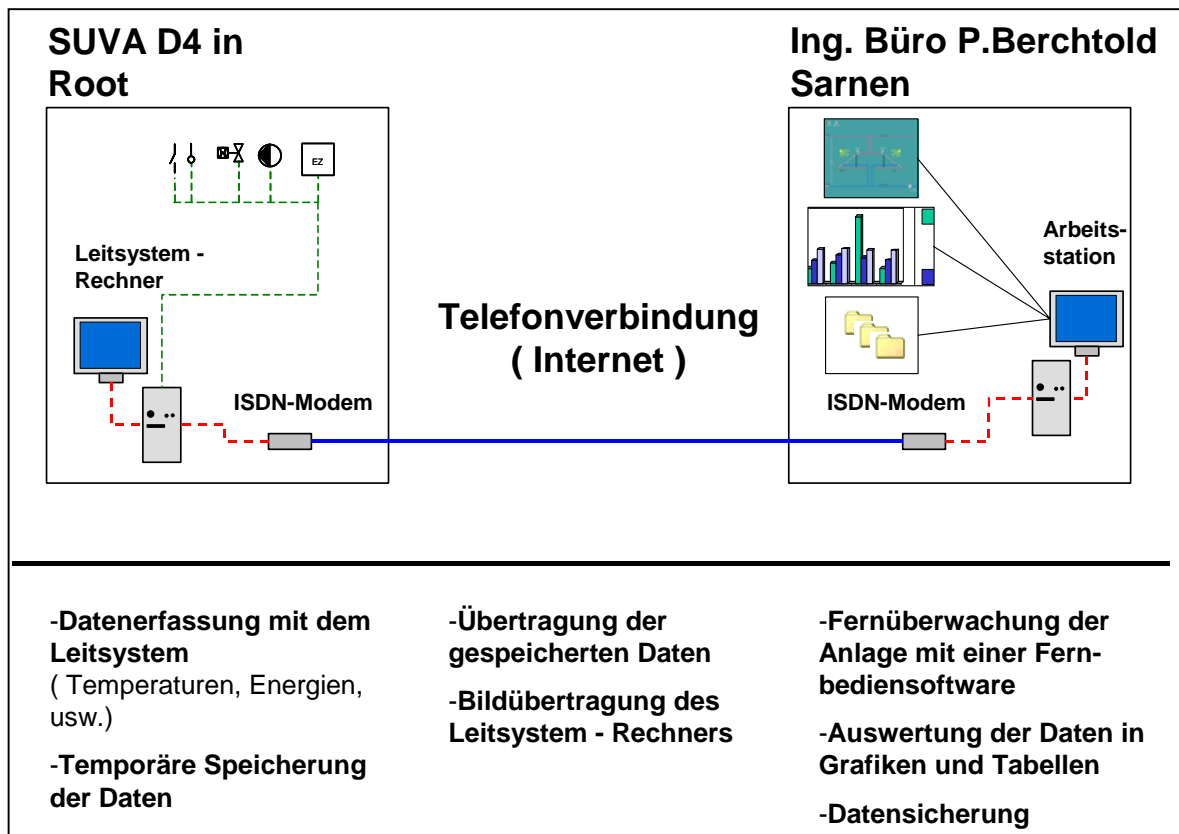
In der realisierten 1. Bauetappe wurde auf den Einbau der Eisspeicher auf Grund der ausreichenden Kälteleistungsabdeckung (Direktkühlung und WP/KM) verzichtet.

### Messprojekt

In der ersten Messperiode ( 1. Okt. 2003 bis 30. Sept. 2004 ) werden die Daten der Anlage monatlich heruntergeladen und in aussagekräftige Grafiken und Tabellen umgesetzt. Diese Grundlagen sollen aufzeigen, wie die Anlage in der ersten Messphase funktioniert, und ob der erwartete hohe Deckungsgrad mit erneuerbaren Energie erreicht wurde. Spezielle Beachtung soll dem Geothermiespeicher geschenkt werden. Dazu werden Grafiken mit dem Temperaturverlauf des Speichers in verschiedenen Tiefen erstellt und Energiebilanzen gebildet.

Auf Grund der Trends und Zahlenwerte können Aussagen über die Effizienz der Anlage gemacht werden, und allfällige Schwachstellen eruiert werden.

Die Datenübertragung funktioniert gemäss dem unten stehenden Schema. Die Datenerfassung ist im Jahresbericht vom 2003 detailliert erläutert. [2]



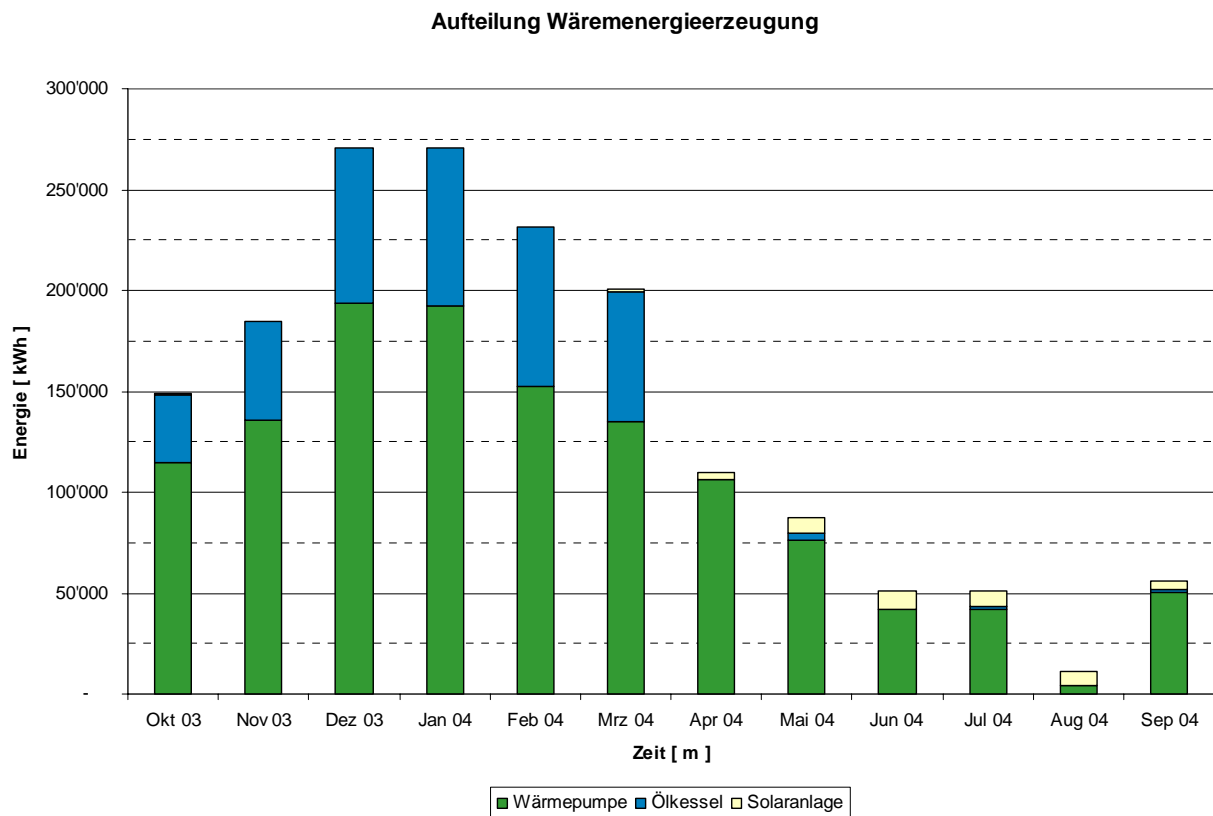
Figur 2; Datenübertragung über das Internet, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

## Durchgeführte Arbeiten und erreichte Ergebnisse

### Quantifizierung des erwarteten Deckungsgrads mit erneuerbaren Energie

Die Wärmeerzeugung im D4 Business Center erfolgt mit drei Komponenten. Die Grundlast wird von der kombinierten Wärmepumpe/Kältemaschine und der Solaranlage erzeugt, wobei die Solaranlage Priorität hat. Die Spitzenlast wird mit einem Ölkessel abgedeckt.

Auf der nachfolgenden Grafik ist der Energiebedarf des Gebäudes ersichtlich, aufgeteilt nach den verschiedenen Erzeugern.

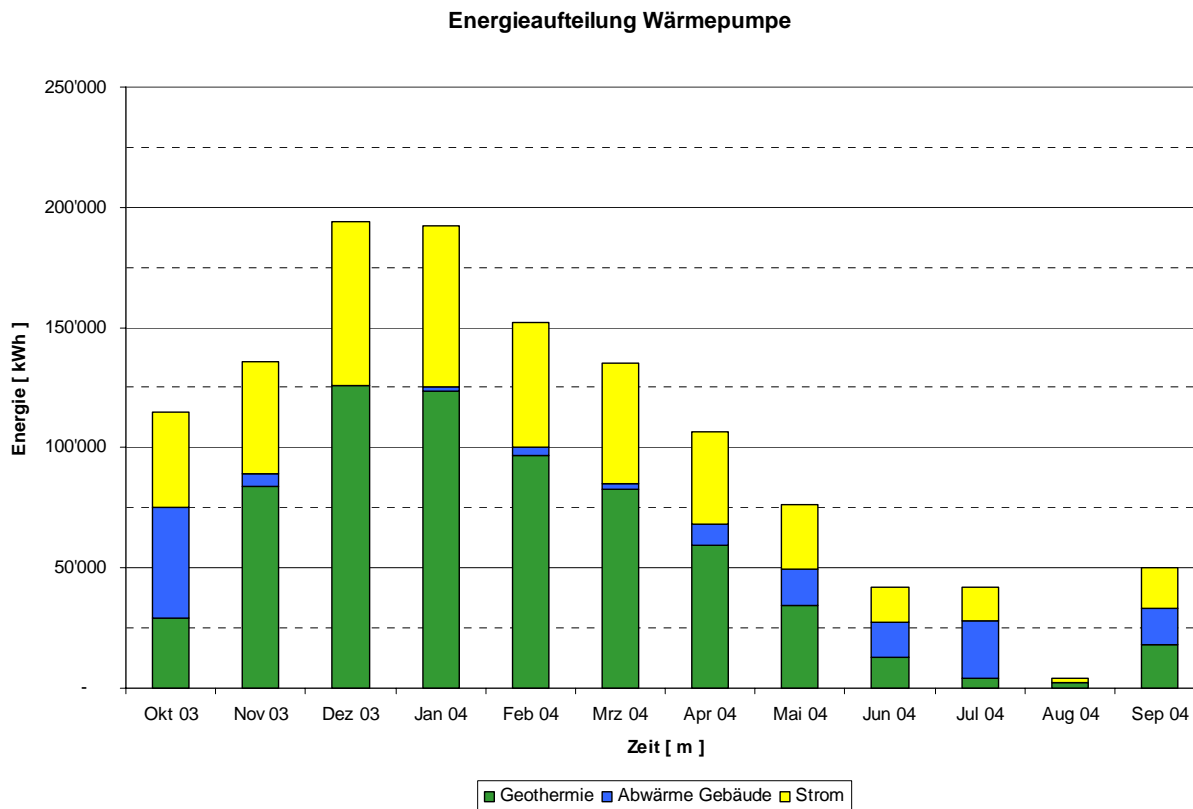


Figur 3; Aufteilung Wärmeenergieerzeugung, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

	Einheit	Okt. 03	Nov. 03	Dez. 03	Jan. 04	Feb. 04	März 04	April 04	Mai 04	Juni04	Juli 04	Aug.04	Sept.04	Summe
Wärmepumpe	kWh	114'940	135'960	193'870	192'410	152'250	134'920	106'540	76'470	41'740	41'680	3'900	50'140	<b>1'244'820</b>
Anteil	%	77	74	72	71	66	67	97	88	82	82	34	89	<b>74</b>
Ölkessel	kWh	33'570	48'580	76'820	78'120	79'250	64'560	0	3'200	0	1'420	0	1'490	<b>387'010</b>
Anteil	%	23	26	28	29	34	32	0	4	0	3	0	3	<b>23</b>
Solaranlage	kWh	211	6	0	0	0	1'195	3'173	7'515	8'969	7'832	7'588	4'487	<b>40'976</b>
Anteil	%	0	0	0	0	0	1	3	9	18	15	66	8	<b>2</b>
Total	kWh	148'721	184'546	270'690	270'530	231'500	200'675	109'713	87'185	50'709	50'932	11'488	56'117	<b>1'672'806</b>

Tabelle 1; Aufteilung Wärmeenergieerzeugung, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

Die Zusammenstellung der Figur 3 und der Tabelle 1 zeigt, dass die Wärmepumpe rund  $\frac{3}{4}$  der Jahreswärmeproduktion erbracht hat. Für die Quantifizierung des Deckungsgrads mit erneuerbaren Energie ist jedoch die Energieverteilung innerhalb der durch die Wärmepumpe erzeugten Wärme nötig. Als Wärmequelle dienen der Wärmepumpe der Geothermiespeicher und Abwärme aus dem Gebäude. Folgende Figur zeigt die Zusammenstellung.



**Figur 4; Energieaufteilung Wärmepumpe, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold**

	Einheit	Okt. 03	Nov. 03	Dez. 03	Jan. 04	Feb. 04	März 04	April 04	Mai 04	Juni04	Juli 04	Aug.04	Sept.04	Summe
Strom	kWh	39'634	46'883	67'870	67'210	52'250	49'820	38'440	27'070	14'540	13'880	1'300	16'640	<b>435'537</b>
Geothermie	kWh	29'100	84'100	126'100	123'700	96'700	82'700	59'300	34'300	12'700	4'300	2'200	17'800	<b>673'000</b>
Abwärme Gebäude	kWh	46'206	4'977	-100	1'500	3'300	2'400	8'800	15'100	14'500	23'500	400	15'700	<b>136'283</b>
Erneuerbare Energie WP	kWh	75'306	89'077	126'000	125'200	100'000	85'100	68'100	49'400	27'200	27'800	2'600	33'500	<b>809'283</b>
Anteil	%	66	66	65	65	66	63	64	65	65	67	67	67	<b>65</b>

**Tabelle 2; Energieaufteilung Wärmepumpe, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold**

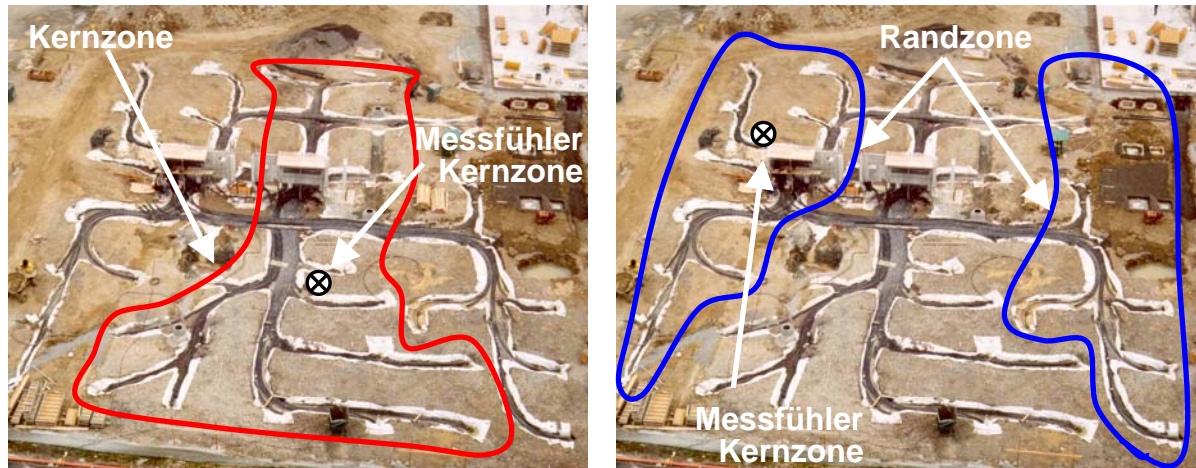
Die Wärmepumpe ( WP ) hat in der Messperiode Okt. 2003 bis zum Sept. 2004 rund 65% der Energie aus erneuerbaren Energien gewonnen. Unter Berücksichtigung, dass die WP 74% des gesamten Wärmebedarfs abgedeckt hat, wurden 48% ( $0.74 \times 0.65 \times 100 = 48\%$ ) mit regenerierbaren Energiequellen erzeugt. Zusätzlich hat die Solaranlage noch ca. 2% vom gesamten Energiebedarf geliefert. **Somit wurden ca. 50% des Wärmeenergiebedarfs mit erneuerbaren Energiequellen abgedeckt.**

Die Zielsetzung der Bauherrschaft war eine Abdeckung zu 50% aus erneuerbaren Energien. Die Prognostizierten 65% können erst beim Vollausbau erreicht werden.

Die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe betrug in der 1. Messperiode bei einem Umweltanteil von 65% ca. 2.9- [  $100\% / (100\% - 65\%) = 2.9-$  ].

### Geothermischer Diffusionsspeicher ( Geothermiespeicher )

Das Herzstück der gesamten Energieerzeugungsanlage bildet der Geothermiespeicher, bestehend aus einer Kern- und einer Randzone. Der Speicher umfasst 49 Sonden à 160 m die eine Fläche von ca. 2'300 m<sup>2</sup> abdecken. Zur Veranschaulichung ist nachfolgend die Situation des Speichers an Hand von zwei Photos dargestellt.

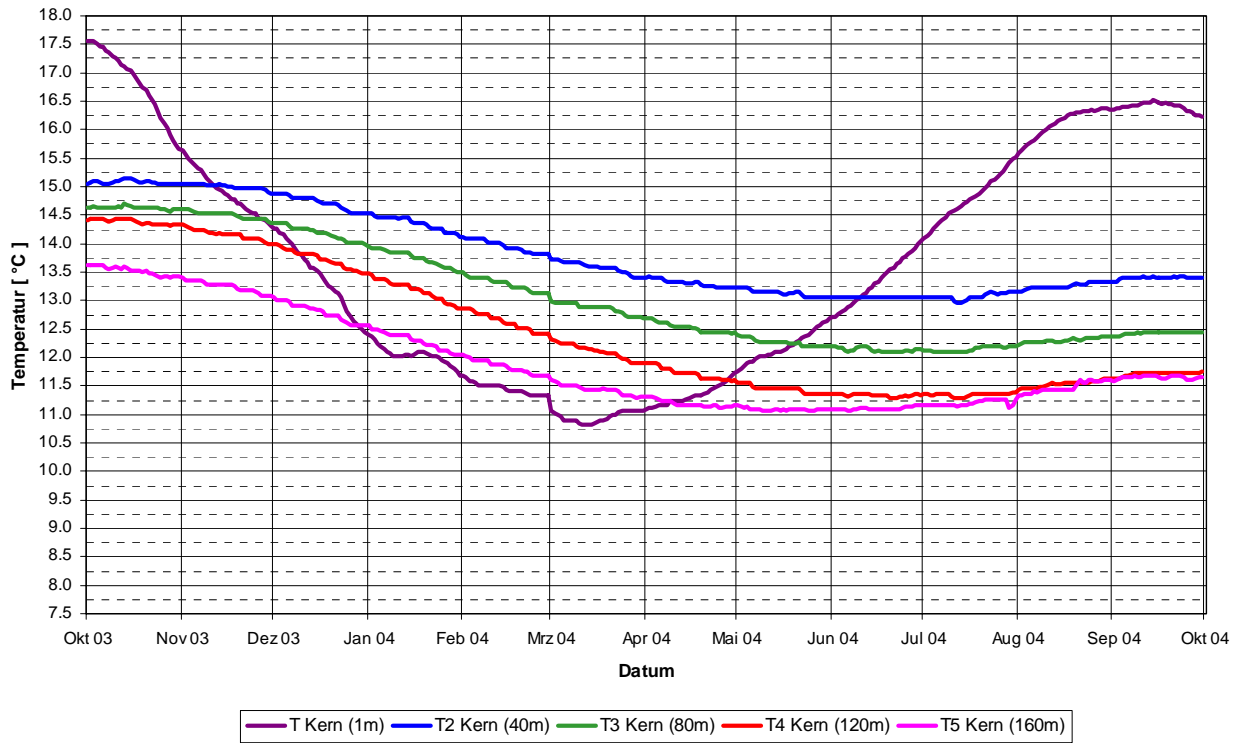


Figur 5 und 6; Geothermischer Diffusionsspeicher. Links Kernzone, rechts Randzone, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

Insgesamt wird der 376'000m<sup>3</sup> grosse Speicher von 10 Messsonden überwacht. Von den 10 Messsonden befinden sich je fünf senkrecht untereinander in Tiefen von 1, 40, 80, 120 und 160 Meter. In den Figuren 5 und 6 ist der Standort der Kern- und Randzonenmessfühler gekennzeichnet.

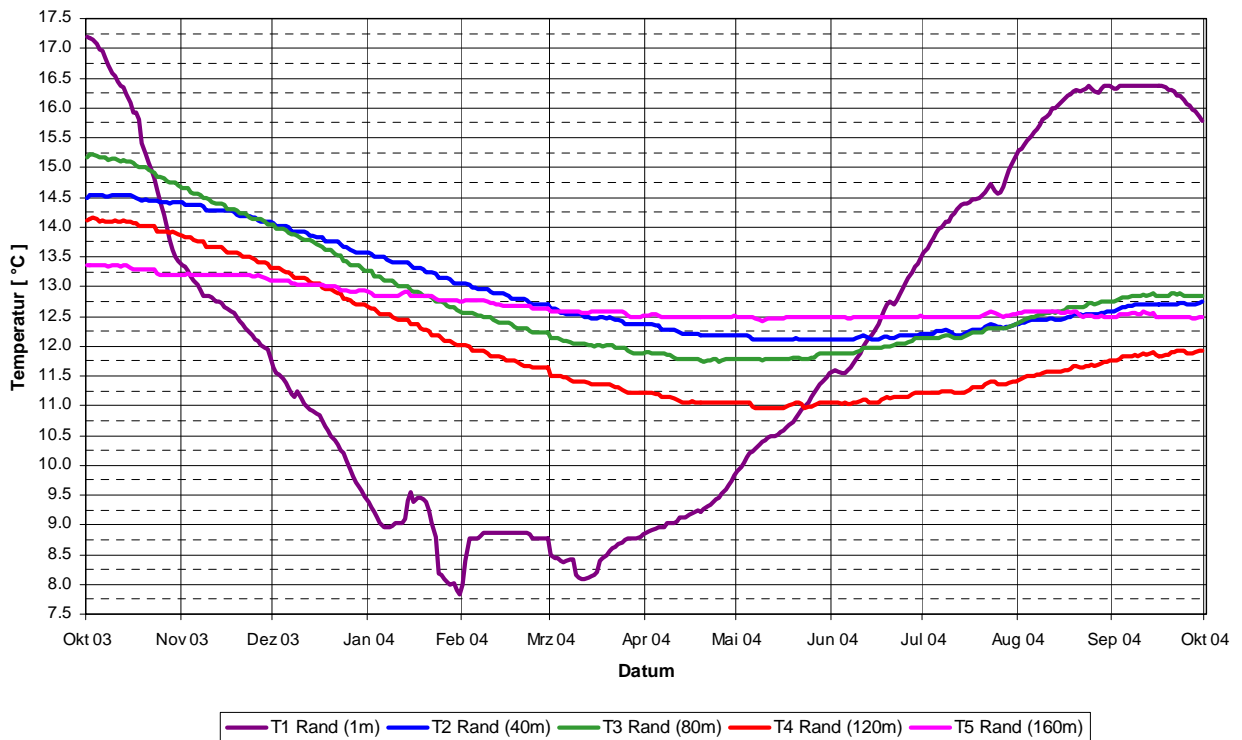
Auf den Figuren Nr. 7 – 8 ist der Temperaturverlauf während der vergangenen Messperiode aufgezeichnet. Dabei ist die Messkurve der Messsonde in einem Meter tiefe wenig aussagekräftig, da diese stark von der Aussentemperatur beeinflusst wird und deshalb wenig Aufschluss über das Temperaturniveau im Geothermiespeicher gibt.

**Temperaturverlauf Geothermiespeicher Kernzone  
 ( 1. Okt. 2003 - 30. Sept. 2004 )**



Figur 7; Temperaturverlauf der Kernzone des geothermischen Diffusionsspeicher, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

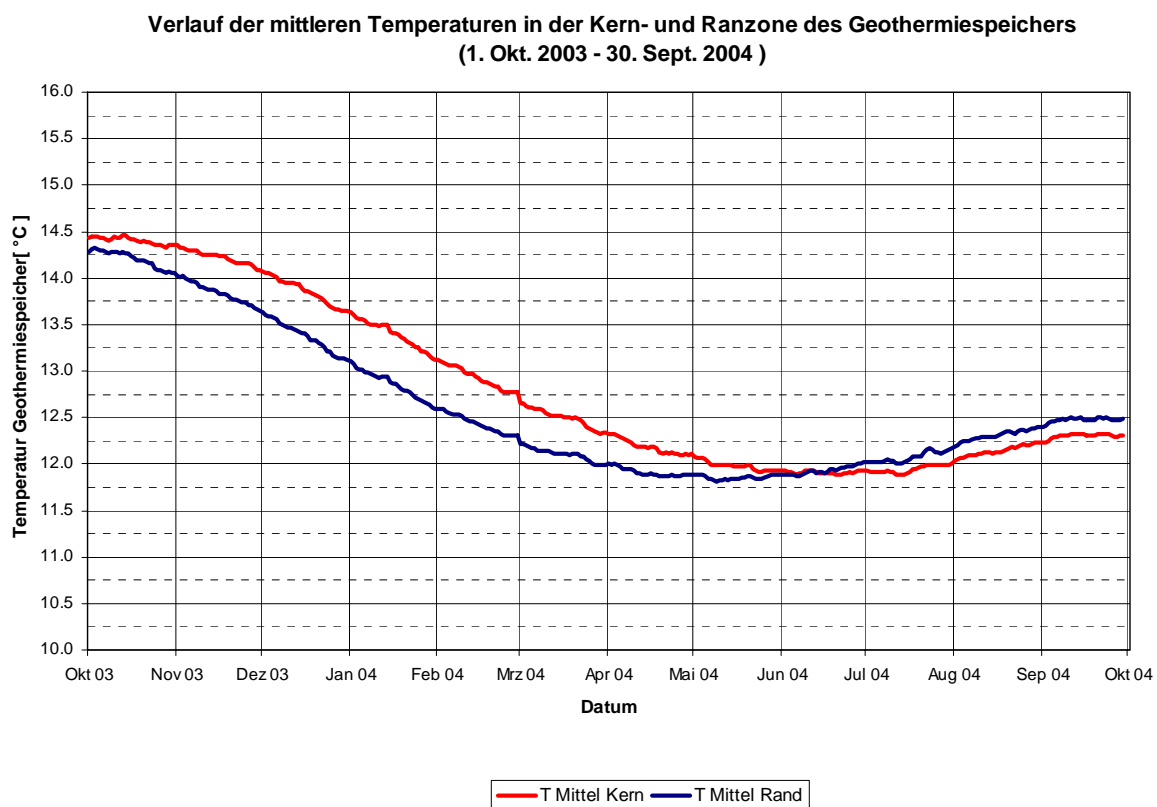
**Temperaturverlauf Geothermiespeicher Randzone  
 ( 1. Okt. 2003 - 30. Sept. 2004 )**



Figur 8; Temperaturverlauf der Randzone des geothermischen Diffusionsspeicher, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

Die Grafiken 7 und 8 zeigen, dass die Temperatur des Geothermiespeichers in der Heizperiode vom 1. Oktober 2003 um durchschnittlich ca. 2,4°C gesunken ist. Die Abkühlung dauerte bei der Randzone bis ca. Mitte Mai und bei der Kernzone bis fast Mitte Juni. Die Regeneration des Speichers betrug in der Kühltperiode bis Ende September 2004 rund 0,6°C. Der Speicher wird sich dieses Jahr nicht weiter regenerieren, da im Oktober 2003 bereits die Heizperiode (Abkühlungsphase) begonnen hat.

Die nachfolgende Grafik zeigt die Mitteltemperatur von den Sonden in 40, 80, 120 und 160 m Tiefe. Die Sonde in einem Meter tiefe wurde nicht berücksichtigt, da sie zu stark von der Aussentemperatur beeinflusst ist.



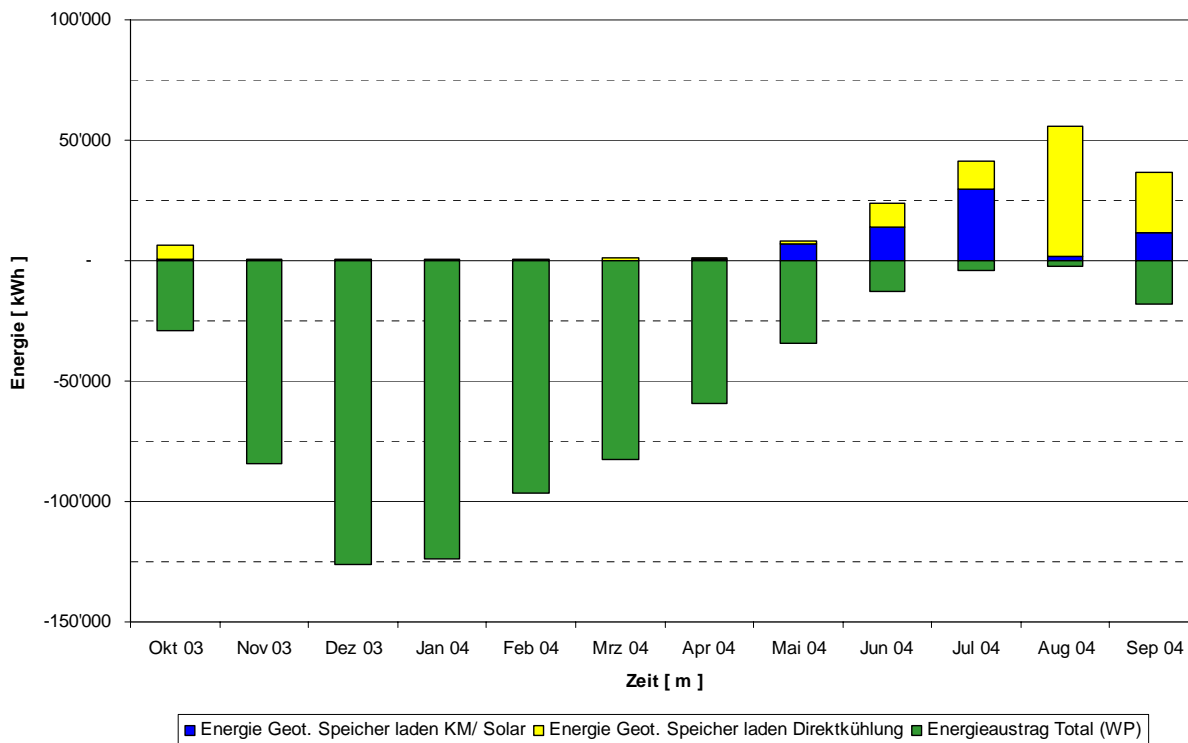
**Figur 9; Temperaturverlauf der mittleren Temperaturen von Kern- und Randzone, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold**

Auf der Grafik ist ersichtlich, dass die Randzone sich im Mittel stärker abgekühlt und auch stärker aufgewärmt hat. Das rührt daher, dass die Randzone zuerst durchflossen wird und die Kernzone in Serie geschaltet ist. Das heisst, dass im Winter das kalte Wasser von der Wärmepumpe zuerst die Randzone durchströmte und diese demzufolge stärker abkühlte. Im Sommer passierte genau das Gegenteil. Die Randzone wurde wie vorher zuerst durchflossen, diesmal aber mit dem warmen Wasser von der Direktkühlung oder Kältemaschinenrückkühlung/Solaranlage. Dadurch hat sich die Randzone stärker aufgewärmt als die Kernzone.

Dieser Zustand ist jedoch nicht optimal, da dadurch das Temperaturniveau verkleinert wird, welches zur Verfügung steht. Für den Winterbetrieb ( WP-Betrieb ) stimmt die oben beschriebene Regelstrategie. Im Sommerfall soll die Reihenfolge gekehrt werden, um eine optimale Ausnutzung des Temperaturniveaus zu erreichen. Somit durchströmt das warme Vorlaufwasser zuerst die Kernzone und danach die Randzone in Serie.

Auf der nächsten Figur ist die Energiebilanz des Geothermiespeichers dargestellt. Der Geothermiespeicher wird von der Solaranlage, der Kältemaschinenrückkühlung sowie der Direktkühlung mit Wärme versorgt. Energieabnehmer vom Geothermiespeicher ist die Wärmepumpe.

**Energiebilanz Geothermiespeicher**



**Figur 10; Energiebilanz Geothermiespeicher**, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

Die Grafik zeigt, dass dem Speicher mehr Energie entzogen wurde, als ihm in Form von Abwärme der Direktkühlung, Rückkühlung der Kältemaschine und der Solaranlage wieder zugeführt wurde.

	Einheit	Okt. 03	Nov. 03	Dez. 03	Jan. 04	Feb. 04	März 04	April 04	Mai 04	Juni04	Juli 04	Aug.04	Sept.04	Summe
Geot. Speicher laden KM/ Solar	kWh	451	0	0	0	0	105	363	6'835	14'159	29'612	1'858	11'657	<b>65'040</b>
Geot. Speicher laden Direktkühlung	kWh	6'100	800	500	400	600	800	800	1'100	9'900	11'800	54'200	25'000	<b>112'000</b>
Geot. Speicher entladen WP	kWh	-29'100	-84'100	-126'100	-123'700	-96'700	-82'700	-59'300	-34'300	-12'700	-4'300	-2'200	-17'800	<b>-673'000</b>
<b>Bilanz</b>	<b>kWh</b>	<b>-22'549</b>	<b>-83'300</b>	<b>-125'600</b>	<b>-123'300</b>	<b>-96'100</b>	<b>-81'795</b>	<b>-58'137</b>	<b>-26'365</b>	<b>11'359</b>	<b>37'112</b>	<b>53'858</b>	<b>18'857</b>	<b>-495'960</b>

**Tabelle 3; Energieaufteilung Wärmepumpe**, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

Dem Geothermiespeicher wurden während der letzten Messperiode rund viermal mehr Energie entzogen als zugeführt. Das hat dazu geführt, dass die Speichertemperatur sich nicht mehr regenerieren konnte.

Die Ursachen für das Energiemanko im Speicher sind vielschichtig. Hauptsächlich sind zwei Parameter Auslöser für das Energieungleichgewicht. Es ist zum einen die nur zum Teil vermieteten Räumlichkeiten im D4 Business Center und zum anderen die hohen Temperaturen der Wärmespeicher.

Teilvermietung:

Wie oben erwähnt sind die Räumlichkeiten des D4 Businesscenter nur teilweise vermietet. Dies hat auf die Energiebilanz einen nicht zu unterschätzenden Einfluss. Im Winter fehlen die internen Lasten, um bei der Beheizung des Gebäudes beizutragen. Die installierte Leistung beträgt 1'000kW. Bei einer Energiebezugsfläche von 31'840m<sup>2</sup> ergibt sich eine spezifische installierte Heizleistung von ca. 32 W/m<sup>2</sup>. Bei einer Vollbelegung entstehen durch Personen, Geräte und Beleuchtung interne Abwärmen von ungefähr 20W/m<sup>2</sup>, die bei einer Nichtbelegung aber fehlen. Die Räume müssen trotzdem beheizt werden. Das bedeutet für die Energieerzeugung, dass sie mehr Wärme produzieren muss, und somit auch mehr Energie aus dem Geothermiespeicher ziehen muss, um das Gebäude auf Temperatur zu halten.

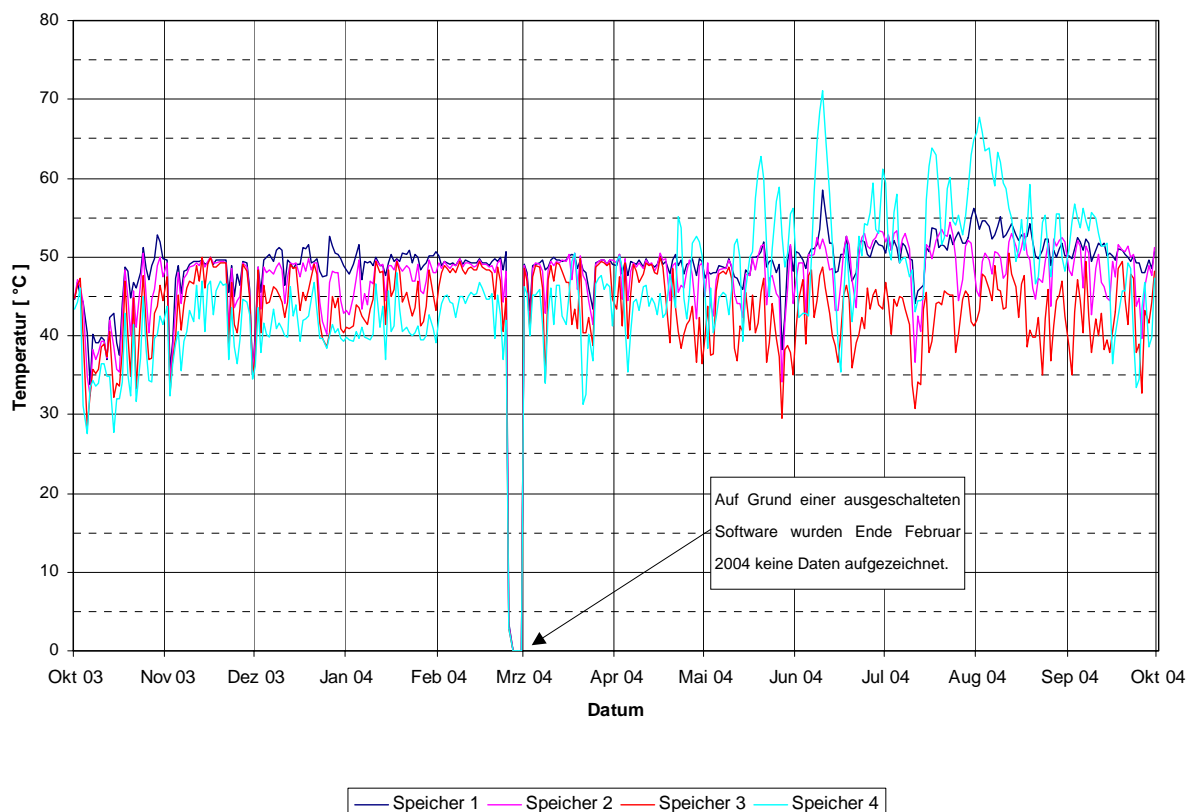
Eine ähnliche Situation ergibt sich im Sommer. Durch die fehlenden internen Lasten, resultierend aus der Teilvermietung, entsteht weniger Gebäudeabwärme. Im ersten Moment ist dieser Umstand positiv, denn weniger Abwärme bedeutet weniger Kältemaschinenbetrieb. Beim vorliegenden System wird die Abwärme jedoch nicht vernichtet, sondern dem Geothermiespeicher zur Regeneration zugeführt.

Die Teilvermietung der Gebäude hat zwei Konsequenzen aus Sicht der Energieerzeugung. Im Winter muss mehr Wärmeenergie produziert werden und im Sommer weniger Abwärme aus dem Gebäude abgeführt werden. Für den Geothermiespeicher bedeutet dies, dass während der Heizperiode mehr Energie heraus geholt wird, und im Sommer weniger Energie aus Gebäudeabwärmen eingelagert werden kann. Die Folge ist eine stärkere Abkühlung in der Heizperiode als Aufwärmung in der Kühlsaison.

Temperaturniveau Wärmespeicher:

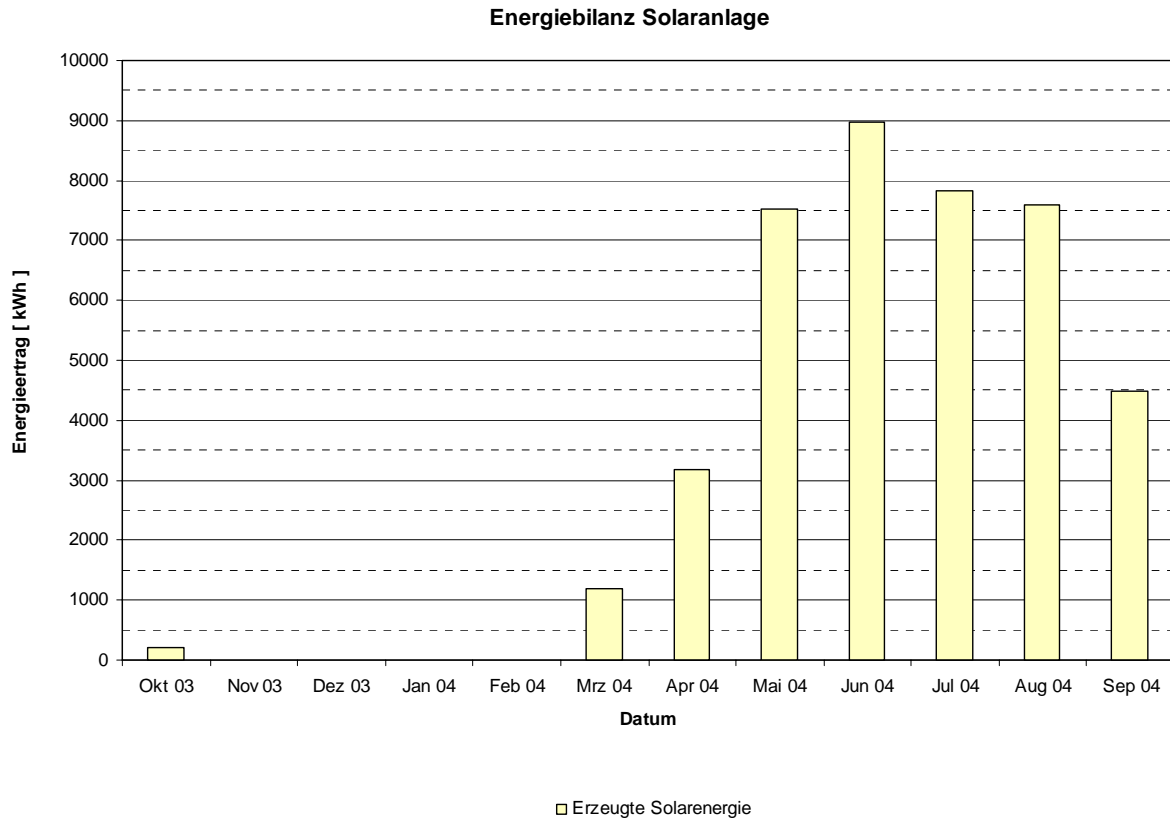
In der Energieerzeugungsanlage sind vier Wärmespeicher mit je rund 17'000ltr. Speichervolumen eingebunden. Die Solaranlage speist die produzierte Energie über Wärmetauscher in die Wärmespeicher ein. Die Energieproduktion der Solaranlage ist direkt vom Temperaturniveau der Speicher abhängig. Das heisst, wenn die Speichertemperatur tief ist, kann schon bei einer geringen Kollektortemperatur Energie gewonnen werden. Auf nachfolgender Grafik sind die mittleren Temperaturen der Speicher aufgezeichnet.

**Temperaturverlauf der vier Wärmespeicher**



**Figur 11; Mittlere Wärmespeicher, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold**

Die Grafik zeigt, dass das Temperaturniveau der Speicher über das Jahr gesehen verhältnismässig hoch war mit einer Temperatur zwischen ca. 40 - 55°C. Der Speicher 4 wurde teilweise auf über 60°C aufgewärmt. Dieses hohe Temperaturniveau führte dazu, dass die Energieproduktion der Solaranlage ( unverglaste Kollektoren ) geringer war als erwartet.



**Figur 12; Energiebilanz Solaranlage**, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

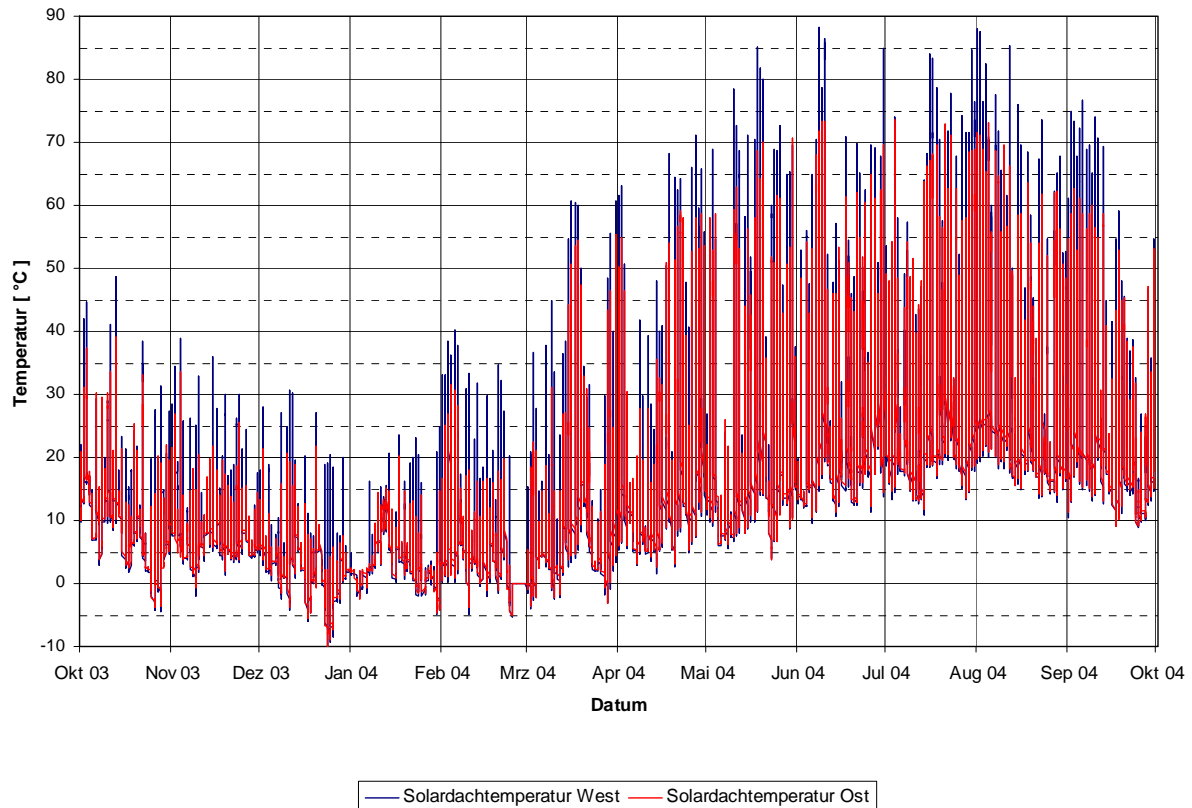
	Einheit	Okt. 03	Nov. 03	Dez. 03	Jan. 04	Feb. 04	März 04	April 04	Mai 04	Juni04	Juli 04	Aug.04	Sept.04	Summe
Solaranlage	kWh	211	6	0	0	0	1'195	3'173	7'515	8'969	7'832	7'588	4'487	<b>40'976</b>

**Tabelle 4; Energieproduktion Solaranlage**, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

Die Fläche der Solaranlage beträgt  $2 \times 330 \text{ m}^2 = 660 \text{ m}^2$ . Der spezifische Ertrag in der ersten Messperiode beträgt 62 kWh/a. Das Potenzial gemäss Hersteller liegt bei ca. 400 – 500 kWh/a. Die hohen Speichertemperaturen führen dazu, dass die Kollektortemperaturen ansteigen müssen, um Energie in das System zu bringen. Dadurch wird der Wärmeverlust der Kollektoren gegenüber der Umwelt grösser, da es sich bei der Solaranlage um unverglaste Kollektoren handelt, die nicht wärmegeämmt sind.

Auf der nachfolgenden Grafik sind die Kollektortemperaturen über das Jahr aufgezeichnet.

### Temperaturverlauf Solardach ( West- und Ostseite )



Figur 13; Temperaturverlauf Solardach, Quelle: Ing. Büro P. Berchtold

Der Umstand, dass die Speichertemperaturen über das ganze Jahr hoch waren und die teilweise hohen Kollektortemperaturen, führten dazu, dass die Solaranlage wenig Energie produzierte. Dadurch konnte dem Geothermiespeicher weniger Energie zugeführt werden als erwartet.

Gemäss Tabelle 3 wurden dem Geothermiespeicher 673'000kWh Energie entzogen und insgesamt 178'000kWh zugeführt. Das Energiedefizit beträgt demzufolge ca. 495'000kWh. Bei einer höheren Produktion der Solaranlage gemäss Hersteller mit rund 450kWh/m<sup>2</sup> wäre ein Mehrertrag der Solaranlage von rund 390kWh/m<sup>2</sup> x 660m<sup>2</sup> = 260'000 kWh entstanden. Das verbleibende Defizit wäre dann noch 235'000kWh gewesen.

Im nächsten Messjahr wird versucht mit Parametereinstellungen die Ist-Situation zu verbessern. Ziel soll es sein, eine grössere Regeneration des Speichers zu erreichen. Dieses Ziel wird mit folgenden Mittel versucht zu erreichen:

- Änderung der Regelstrategie des Geothermiespeichers
- Senkung der Wärmespeichertemperaturen

## Nationale Zusammenarbeit

Die Auswertung der Daten erfolgt durch das Ing. Büro Berchtold. Für spezielle Fragestellungen stehen die Spezialisten,

Dr. Beat Keller            Mengis+Lorenz AG  
Dr. Daniel Pahud        EPFL-LASEN

zur Verfügung [4].

Im weiteren arbeitet das Ing. Büro Berchtold eng mit der Antragsstellerin und Bauherrin, der SUVA, zusammen, um die gewonnen Erkenntnisse umzusetzen und die Anlage möglichst effizient zu betreiben.

Der Geothermiespeicher ist in der Grösse einzigartig in der Schweiz. Das Projekt dient unter anderem dazu, Erfahrungen im Gebiet der Geothermie-Energietechnik sammeln, und diese dann nach Abschluss der Arbeiten einem breiten nationalen und internationalen Fachpublikum zur Verfügung zu stellen.

### Tagungen / Publikationen 2004

- Präsentation Suissetec , Februar 2004
- Präsentation an der Solar-Fachtagung 2004, November 2004
- Publikation im Cash Enterprise 2004/9
- Artikel im Energiefachbuch

## Internationale Zusammenarbeit

Das Ing. Büro Berchtold bearbeitet in **Gelnhausen, Deutschland**, ein ähnliches Projekt wie die Anlage in Root.

Das Kernstück der Energieerzeugungsanlage für das Verwaltungsgebäude, welches rund 1'000 Arbeitsplätze bietet, bildet ein Geothermiespeicher mit 85 Sonden à 99 m Länge. Die Fläche des Speichers beträgt rund 3'500m<sup>2</sup> und das Volumen ca. 340'000m<sup>3</sup>. Der Speicher wird, wie bei der SUVA, zur saisonalen Speicherung von Wärme- und Kälteenergie genutzt.

Im Februar 2004 wurde die Anlage SUVA D4 unter Führung des Ing. Büro Berchtold und Daniel Pahud, EPFL-LASEN, einer Italienischen Delegation, bestehend aus Geothermie- und Energiefachleuten sowie Investoren, vorgestellt.

## Bewertung 2004 und Ausblick 2005

Die Auswertungen der Messdaten nach der ersten Messperiode haben gezeigt, dass die Wärmeenergieerzeugung zu 50% aus erneuerbaren Energiequellen erfolgte und somit das Ziel der Bauherrschaft erreicht wurde.

Der Temperaturverlauf des Geothermiespeichers entsprach nicht den Vorstellungen. Die Gründe dafür sind die Teilvermietung des Gebäudes und das hohe Temperaturniveau der Wärmespeicher. Bei der Teilvermietung kann nicht viel geändert werden, da dies von wirtschaftlichen Faktoren abhängig ist, auf die keinen Einfluss ausgeübt werden kann.

Im kommenden Jahr wird zusammen mit dem Anlagebetreiber das System optimiert. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Regulierung des Geothermiespeichers und den Systemtemperaturen der Heizung gelegt. Das Temperaturniveau der Wärmespeicher und der Wärmepumpe wird abgesenkt. Dadurch kann die Solaranlage mehr Energie produzieren und in den Geothermiespeicher einlagern. Gleichzeitig sollte die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe zunehmen. Durch das Herabsetzen der Temperatur muss der Ölkessel mehr Energie erzeugen, da die Verbrauchertemperaturen auf Grund des Wärmeabgabesystems nicht reduziert werden kann.

## Referenzen

- [1] **Grösster saisonaler Diffusionsspeicher der Schweiz**, Zeitschrift GEOTHERMIE CH; der schweizerischen Vereinigung für Geothermie (SVG), Ausgabe November 2001. Ver. 25.10.2001.
- [2] **Jahresbericht „ Geothermiespeicher, SUVA D4 Unternehmens- und Innovationszentrum, Root**, Ing. Büro Berchtold, Sarnen Schweiz, 15. Dezember 2003
- [3] **Messkonzept Geothermiespeicher Juni 2002**, Ing. Büro Berchtold, Sarnen Schweiz, 2002