DIS-Projekt Nr.: 26'745 DIS-Vertrags Nr.: 66'582	Programm GEOTHERMIE	Im Auftrag des Bundesamtes für Energie

Schlussbericht Februar 2002

Wärme-Contracting Geothermie-Doublette Siedlung Solar One, Itingen BL

Messungen Energieverbrauch

Ausgearbeitet durch

Dr. Markus O. Häring
Häring GeoProject,
Im untern Tollacher 2,
8162 Steinmaur

Thomas Leimer
Häring Gruppe
Schlossstrasse 3
4133 Pratteln

Severino Wahl
Wahl Heizungen AG
Gartenstrasse 2
4416 Bubendorf

BFE
OFEN
UFE
SFOE

Inhaltsverzeichnis

Konzept **2**
Primärquelle **2**
Geologie 2
Hydrogeologie 3
Ausbau (Figur 3) 3
Konzession 4
Maximale Leistung der Quelle 4
Wärmeerzeugung **4**
Heizbetrieb 4
Warmwasseraufbereitung 4
Wärmeverteilung **5**
Wirtschaftlichkeit **5**
Energiebilanz **5**
Betrieb **8**
Soll-Ist Vergleich **9**
Betriebserfahrungen **9**
Aussichten **9**

Figuren

1. Situation 1:500, Stand Dez. 2001
2. Geologischer Schnitt Doublette Itingen 1:2'000
3. Brunnenausbau Doublette Itingen
4. Ergiebigkeit IT1 & IT2
5. Energieversorgungsschema
6. Flussdiagramm und JAZ-Berechnung für 6 Wohneinheiten
7. Flussdiagramm und JAZ-Berechnung für 12 Wohneinheiten

Tabellen

1. Energieverbrauch der Wohneinheiten kumulativ
2. Energiebedarf pro Jahresperiode
3. Spezifischer Wärmeverbrauch

Konzept

Ressourcen-effizienz

Das Konzept der Siedlung Solar One bestand darin Niedrigenergiehäuser nach dem Minergiestandard mit ressourcenschonenden Baustoffen (Holz) zu bauen und mit ressourcenschonender Energie (Geothermie) zu versorgen. Dieses Konzept ist mit der Siedlung Solar One in Itingen konsequent umgesetzt: Neben der innovativen Bautechnik und der umweltschonenden Energieversorgung wird die Energie zur weiteren Effizienzsteigerung im Contractingverfahren bereitgestellt. Die hochgesteckten Ziele wurden erreicht und in der Bereitstellung einer schadstofffreien Energiequelle sogar noch übertroffen.

Aktueller Stand

Ursprünglich war für die Wärmeversorgung eine übertiefe Erdwärmesonde von 800 m geplant. Ein Vorkommen von warmem Tiefengrundwasser in seichterer Lage wurde vermutet. Das Energiekonzept wurde auf eine ausschliessliche Erdwärmesondenleistung ausgelegt, mit der Aussicht auf eine wesentlich höhere Leistung sollte warmes und förderbares Tiefengrundwasser gefunden werden. Tatsächlich wurde auf einer Tiefe von 250 m der Obere Muschelkalk als wasserführende Formation angetroffen und in Folge mit einer geothermischen Doublette (Produktions- und Injektionsbohrung) erschlossen.

Von den 12 geplanten Wohneinheiten sind 6 gebaut und seit Juni 2000 auch alle bewohnt. Der Bau der weiteren 6 Einheiten ist geplant. Seit Inbetriebnahme der Doublette im Januar 1999 läuft die Fassung einwandfrei.

Die Situation der Siedlung und die Lage der Bohrungen ist auf Figur 1 dargestellt.

Primärquelle

Geologie

Lage

Die Siedlung liegt am Rand der Talebene des Ergolztal. Strukturell liegt der Standort in einem der zahlreichen NE-streichenden Grabenstrukturen des Tafeljuras. Der Bohrstandort befindet sich am nördlichen Rand der grundwasserführenden alluvialen Schotter der Ergolz. Die Felsoberfläche bildet der mittlere Opalinuston der auf einer Tiefe von 18 m angetroffen wurde (Figur 2). Der obere Muschelkalk wurde auf einer Tiefe von 246 m unter Terrain angetroffen.

Bohrungen

Die erste (vertikale) Bohrung wurde auf einer Tiefe von 310 m eingestellt, nachdem auf verschiedenen Niveaus Wasserzuflüsse festgestellt wurden. Nach verschiedenen Pumpversuchen und einer erfolgreichen Stimulation des Aquifers entschied man sich statt eine tiefe Erdwärmesonde eine zweite Bohrung bis zum Aquifer abzuteufen und an Stelle eine geothermische Doublette zu realisieren. Die zweite schräg ausgeführte Bohrung erreichte den oberen Muschelkalk nach einer Strecke von 269 m. Die Pumpversuche ergaben vergleichbare Resultate zur ersten Bohrung.

Hydrogeologie

Der obere Muschelkalk ist als regionaler Fels-Grundwasserleiter bekannt. Im Gebiet von Itingen wurde die Formation noch nie erbohrt. Kenntnisse über die Wasserführung des oberen Muschelkalkes hat man aus älteren Bohrungen in Frenkendorf, Arisdorf und Magden. In Magden wird aus dem oberen Muschelkalk ein qualitativ gutes Calcium-Sulfat-Wasser für die Brauerei Feldschlösschen gefördert. Die Kote des mittleren Ruhewasserspiegels liegt bei 315 m ü.M. Er liegt demnach 23 m tiefer als der mittlere Ergolz-Grundwasserspiegel (Kote 338 m ü.M). Eine Gefährdung des geschützten oberflächennahen Grundwassers durch hydraulische Kurzschlüsse ist demnach ausgeschlossen.

Ergiebigkeit

Nach einem ersten wenig ergiebigen Kurzpumpversuch im Lufthebeverfahren wurde die erste Bohrung auf Sohle angesäuert. Nach Auszirkulieren der Ansäuerung wurden folgende Resultate erzielt (Figur 4):

OKT:	0 m	(= 347 m ü.M)
Ruhewasserspiegel:	-32 m	(= 315 m ü.M)
Absenkspiegel:	-77 m	(= 270 m ü.M)

Volumenstrom:	**4.8 l/s**
Absenkung:	**45 m**
Ergiebigkeit:	**0.1 x 10^{-3} m^2/s**

Zuflüsse

Die Zuflüsse aus dem oberen Muschelkalk beschränken sich auf einige wenige Klüfte.

Bohrung 1 (IT1): 57% des Zuflusses bei 262 m
30% des Zuflusses bei 264 m
13% des Zuflusses bei 291 m

Bohrung 2 (IT2): 67% des Zuflusses bei 295 m
33% des Zuflusses bei 318 m

Temperatur

In beiden Bohrungen wurden auf Endteufe Formationstemperaturen von > **24°C** gemessen. In den Pumpversuchen wurde Wasser bis rund 22°C gefördert, womit von einer Thermalwasserfassung (>20°C) gesprochen werden kann.

Analytik

Das Wasser ist zu klassifizieren als Calcium-Natrium-Sulfat Wasser mit deutlichem Magnesium-, Chlorid- und Hydrogenkarbonatgehalt. Abgesehen vom erhöhten Natrium-Chlorid Gehalt entspricht das Wasser typischen Muschelkalk-Keuper Wässern der Region. Mit einer Gesamtmineralisation von **5.3 g/l** ist es als Trinkwasser ungeeignet.

Ausbau (Figur 3)

IT1

Die erste Bohrung ist vertikal ausgeführt mit einer 5 1/2“ Verrohrung bis ins Dach des oberen Muschelkalkes. Die Hauptzuflüsse konzentrieren sich auf Stellen knapp unter dem Rohrschuh in standfestem Fels. Auf eine Verrohrung des Fassungsbereiches konnte deshalb verzichtet werden. Die Bohrung ist als Förderbrunnen ausgebaut. Die Unterwasserpumpe im

Entnahmebrunnen ist an 2“ PE-Rohren auf einer Tiefe von 100 m ab OKT eingebaut.

IT2 Die zweite Bohrung ist in einem Winkel von rund 28° aus der Vertikalen Richtung Süden ausgeführt. Sie ist ebenfalls bis ins Dach des oberen Muschelkalkes mit einer 5 1/2“ Verrohrung ausgebaut. Sie dient als Rückgabebrunnen. Die Rückleitung besteht aus 2“ PE-Rohren und reicht bis 40 m ab OKT, ca. 10 m unter den Ruhewasserspiegel.

Konzession

Im Dezember 1998 erteilte der Kanton Baselland eine 30-jährige Konzession zur Wärmenutzung der Quelle unter folgenden Voraussetzungen:

Q_{max} Maximale Entnahme: **5 l/s**

ΔT_{max} Maximale Wärmeentzug **12°K**

Nur Wärmenutzung erlaubt.

Das abgekühlte Wasser muss unverschmutzt und vollständig über die Rückgabebohrung in den Grundwasserträger zurückgeführt werden. Es darf kein anderes Wasser mitversickert werden.

Maximale Leistung der Quelle

Unter diesen Voraussetzungen kann eine geothermische Leistung von **250 kW** erzielt werden. Die Kapazität der Doublette würde bei gleichem Baustandard der jetzigen Einheiten zur Versorgung von mehr als 50 Wohnungen ausreichen.

Wärmeerzeugung

Anzahl Wärmepumpen: 2

Für Heizbetrieb

Typ: WP 40 mit 2 Stufen:

1. Stufe 22 KW

2. Stufe 44 KW

Funktion:
Wird der Sollwert nach 30 min. nicht erreicht, schaltet die 2. Stufe zu.

Für Warmwasseraufbereitung

Typ: WP 28 31 KW

Funktion:
Wird der Sollwert mit der WP 40 auf der 2. Stufe nicht erreicht, wird die WP 28 mittels Umlenkventil zur Mithilfe angefordert.

Maximale installierte Leistung 73 KW

Wärmeverteilung

Niedertemperatur Heizwände mit sehr kleinem Wasserinhalt.

Dimensionierung 45/30 bei – 8° C.

Folgende ausschlaggebende Gründe haben zum Verzicht einer Bodenheizung veranlasst, trotz einer wenig kleineren Arbeitszahl:

- Die extrem stark sonnenexponierte Lage, mit einem grossflächigen Wintergarten, erfordert eine reaktionsschnelle Raumheizung.
- Die Bodenbeläge sind vorwiegend aus Holz (eine Bodenheizung mit selbstregulierenden Eigenschaften konnte aufgrund der schlechten Wärmeleitzahlen der Bodenbeläge ohnehin nicht realisiert werden).
- Verzicht auf Nassmaterialien während der Bauzeit.
- Punktuell regulierbar.
- Heizkörper z.T. in der Innenzone, dank den k-werttiefen Fenstern, platziert.

Wirtschaftlichkeit

Der Energieverbrauch für die Raumheizung ist sehr tief, ca. 5 MWh/a pro Haus, was einer Wärmeleistung von ca. 2.2 kW entspricht.

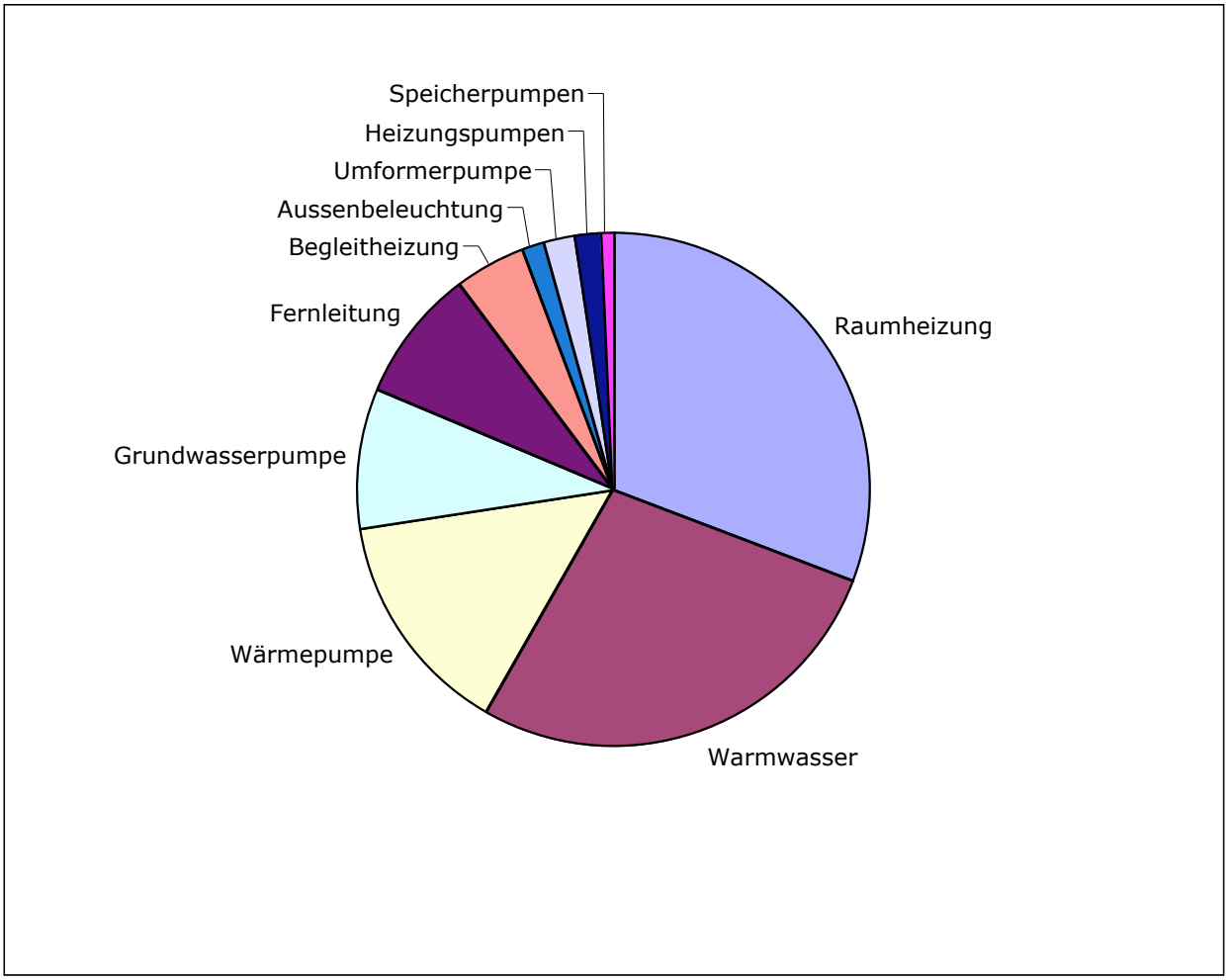
Die Wärmemessung resp. Abrechnung erfolgt über eine Busleitung mit Fernabfrage, inkl. der Warmwassermengen. Die Wärmemessung der Heizung erfolgt in den einzelnen Häusern.

Die Erfassung der Wärmemenge der Warmwasseraufbereitung erfolgt zentral beim Erzeuger. Die Warmwassermenge jedoch dezentral beim Konsumenten.

Energiebilanz

In der nachfolgenden Tabelle ist der Energieverbrauch über ein Jahr der einzelnen Anlageteile im aktuellen Zustand mit **6 Wohneinheiten** aufgeführt.

Nr.	Teil	kWh/a	Anteil %	Energie
1	Raumheizung	30'101	30.7%	Produktion
2	Warmwasser	27'012	27.6%	Produktion
3	Wärmepumpe	13'815	14.1%	Bezug
4	Grundwasserpumpe	8'780	9.0%	Bezug
5	Fernleitung	8'290	8.5%	Produktion
6	Begleitheizung	4'144	4.2%	Bezug
7	Aussenbeleuchtung	1'381	1.4%	Bezug
8	Umformerpumpe	2'100	2.1%	Bezug
9	Heizungspumpen	1'584	1.6%	Bezug
10	Speicherpumpen	780	0.8%	Bezug



Die Jahresarbeitszahlen mit Warmwasseraufbereitung für 6 Wohneinheiten betragen demnach

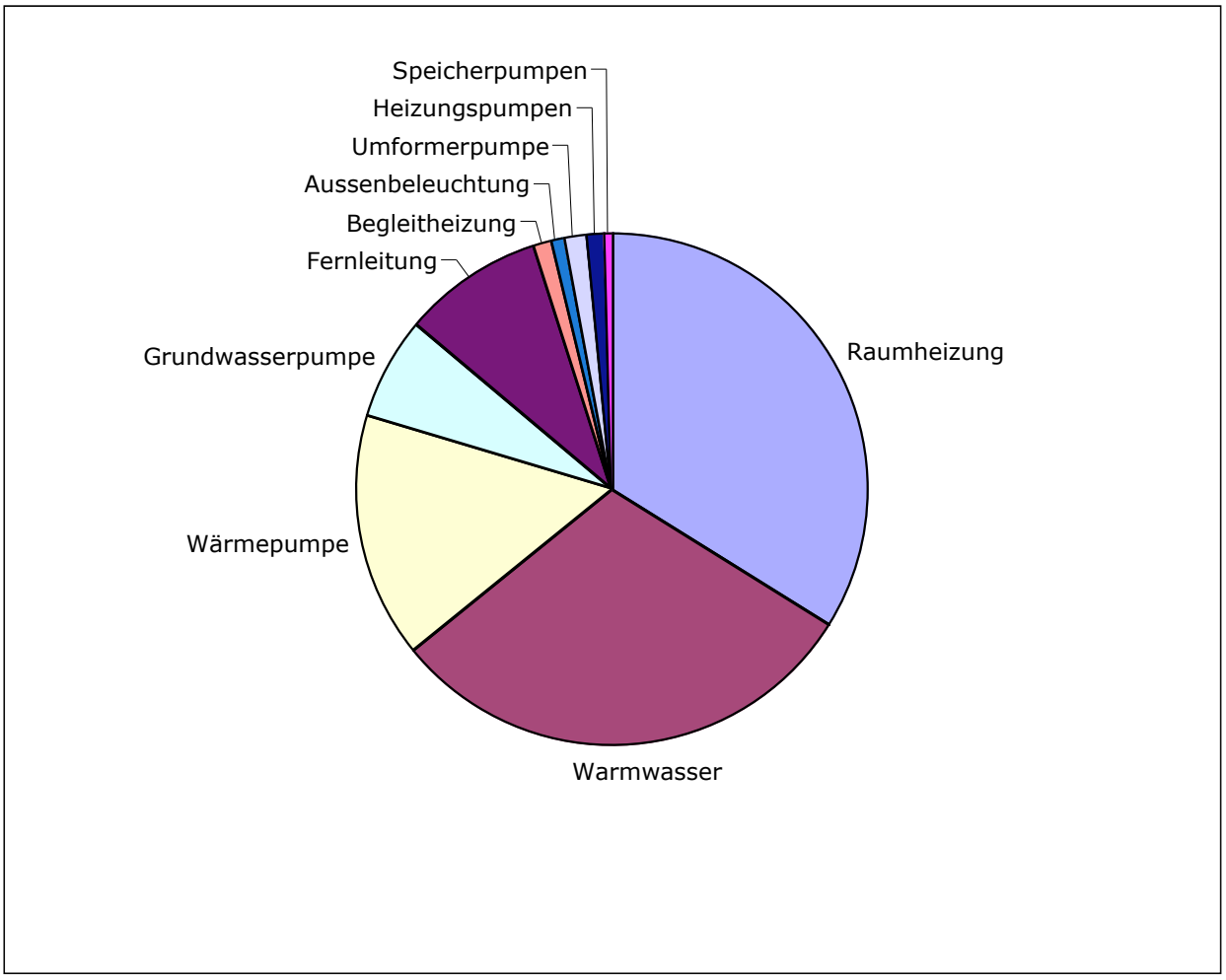
A: Ohne Hilfsbetriebe (nach Ravel): (1+2+5) / 3 = 65'403 / 13'815 = **4.73**

B: Mit Hilfsbetrieben: (1+2+5) / (3+4+8+10) = 65'403 / 25'475 = **2.56**

Die entsprechenden Flussdiagramme sind in Figur 6 dargestellt.

Für **12 Wohneinheiten** sieht die Bilanz folgendermassen aus:

Nr.	Teil	kWh/a	Anteil %	Energie
1	Raumheizung	30'101	30.7%	Produktion
2	Warmwasser	27'012	27.6%	Produktion
3	Wärmepumpe	13'815	14.1%	Bezug
4	Grundwasserpumpe	8'780	9.0%	Bezug
5	Fernleitung	8'290	8.5%	Produktion
6	Begleitheizung	4'144	4.2%	Bezug
7	Aussenbeleuchtung	1'381	1.4%	Bezug
8	Umformerpumpe	2'100	2.1%	Bezug
9	Heizungspumpen	1'584	1.6%	Bezug
10	Speicherpumpen	780	0.8%	Bezug



Die Jahresarbeitszahlen mit Warmwasseraufbereitung für 12 Wohneinheiten betragen demnach

A: Ohne Hilfsbetriebe (nach Ravel): (1+2+5) / 3 = 130'226/ 27'630 = **4.71**

B: Mit Hilfsbetriebe: (1+2+5) / (3+4+8+10) = 130’226 / 42'210 = **3.08**

Die entsprechenden Flussdiagramme sind in Figur 7 dargestellt.

Die vorerwähnten statistischen Angaben bedürfen folgender Erläuterung:

Bei der Hochrechnung wurde die Energieproduktion verdoppelt (Raumheizung und Warmwasser). Beachtenswert ist die Aufnahmeenergie der Grundwasserpumpe die sich nur um einen geringen Anteil erhöht hat. Aufgrund der Zuschaltung der 2. Stufe, evtl. auch der 2. Wärmepumpe, resultiert eine Verdoppelung der Heizleistung, bei gleichbleibender Grundwasserpumpen- und Umformpumpen-aufnahme.

Bedingt durch die schlechte Auslastung der Wärmeerzeugung, d.h. Missverhältnis zwischen Hilfsenergie und Wärmebezug, wurde die Grundwasserpumpe mit einer frequenzgeregelten Steuerung ausgerüstet.

Die Grundwasserpumpe wird zurzeit mit 27 Hz betrieben.

Aufgrund des korrosiven Grundwassers musste ein zusätzlicher Wasserkreislauf eingebaut werden, was den Einbau eines Umformers inkl. Pumpen zur Folge hatte.

Betrieb

Wärmepumpe

Wärmepumpe zur Erbringung der Raumheizenergie:

1. Stufe = **1'830 h**.

(Die Stufen werden alternierend aktiviert, um eine gleichmässige Laufzeit zu bewirken).

Wärmepumpe für Warmwasseraufbereitung: **920 h**.

Gebrauchswarmwasser

Wie vorstehend erwähnt, wird das Warmwasser ganzjährlich mit der Wärmepumpe erzeugt. Die elektrische Begleitheizung ist im Zustand mit relativ wenig Wasserbezug sehr aktiv. Eine Studie während der Projektphase ergab, dass der Energieaufwand zwischen elektrischer Begleitheizung und Zirkulation, bei 12 Wohneinheiten und normalem Benutzerverhalten, eine um 30 % bessere Nutzung zugunsten der Begleitheizung ergab.

Zwischenzeitliche Messungen während dem Sommer ergaben, dass die Betriebszahlen zurzeit unter 2 liegen.

Aufgrund der Tabelle Nr. 2 müssen jedoch bezüglich Benutzerverhalten, worin Unterschiede zwischen 9 % und 73 % im Verhältnis zur Raumheizung ersichtlich sind, mit Vorsicht aufgenommen werden.

Man kann jedoch bereits festhalten, dass die Optimierungsmöglichkeiten der Gesamtanlage auf der Gebrauchswasserseite zugeordnet werden müssen.

Eine Optimierung wäre sicherlich der Einsatz von Solarenergie während dem Sommer, um die ineffiziente Grundwasserpumpe zu entlasten.

Soll-Ist Vergleich

Die noch zur Verfügung stehende Wärmekapazität übersteigt den Sollwert deutlich. Aufgrund der konstant hohen Grundwassertemperatur ist die Wärmeleistung gegenüber der projektierten Leistung höher.

Geplant wurden 12 EFH. Die vorliegenden Erfahrungen bestätigen, dass insgesamt 15 EFH, derselben Bauart, an die best. Wärmeerzeugung angeschlossen werden können, wobei bei 12 EFH die Warmwasserversorgung dezentral erfolgt.

Betriebserfahrungen

Nachregulierungen mussten keine vorgenommen werden. Der Wohnkomfort ist bezüglich Raumklima nach Aussage der Bewohner, sehr hoch.

Der Betrieb der Wärmepumpenanlage ist einwandfrei.

Verunreinigungen im Grundwasserbereich sind nicht vorhanden.

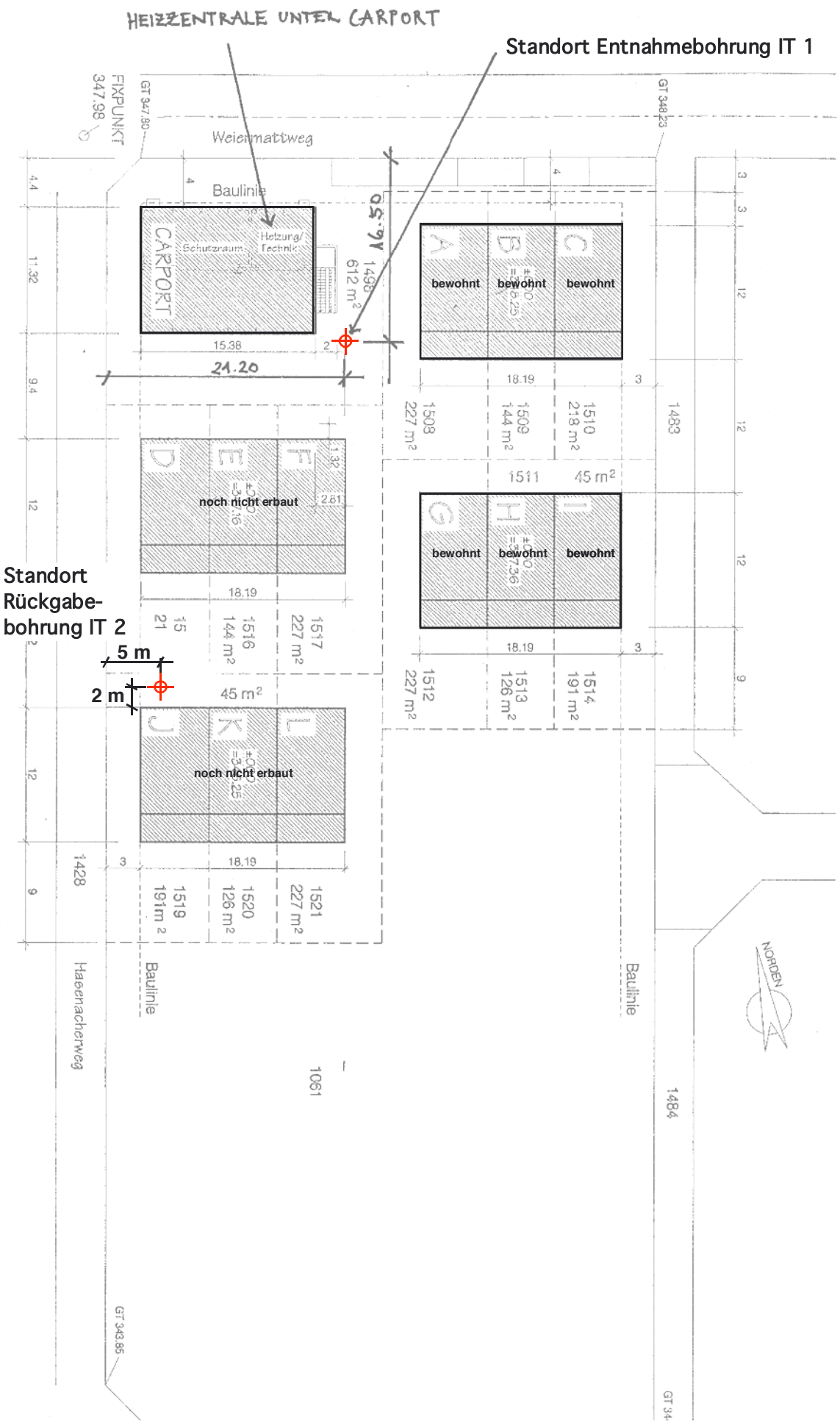
Die Bedienung der Heizung ist sehr einfach, einzig der Sommer – Winterschalter muss betätigt werden.

Aussichten

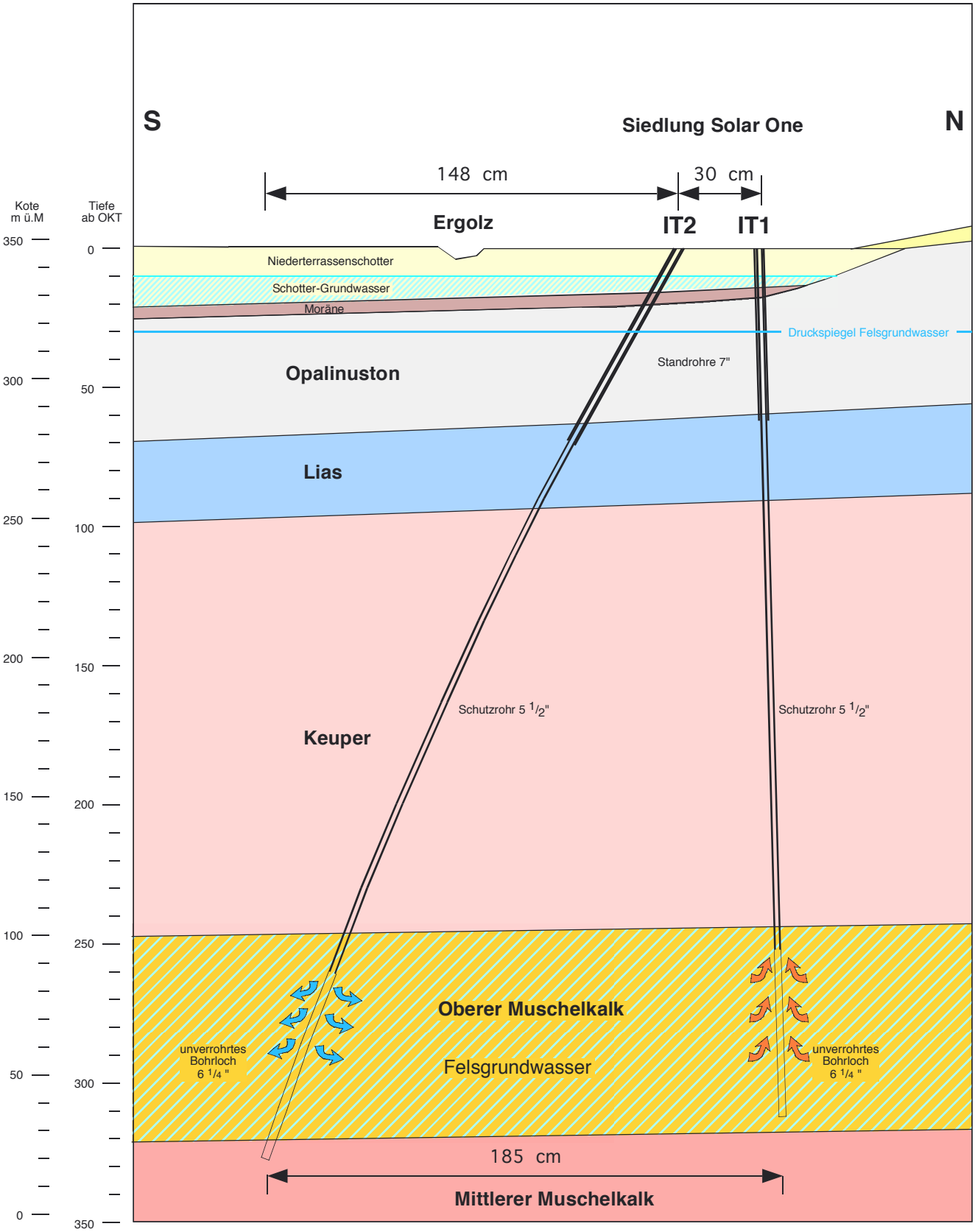
Die Heizungszentrale unter dem Carport wurde so dimensioniert, dass zusätzliche Wärmepumpen noch modular zugeschaltet werden können um das Potential der geothermischen Wärmequelle voll auszunutzen. Eine Optimierungsmöglichkeit wäre der Einsatz von Solarenergie zur Entlastung der ineffizienten Grundwasserpumpe im Sommer.

Angrenzend zur Doublette befindet sich ein Neubaugebiet. Es ist eine Überbauung mit Niedrigenergiehäusern vorgesehen. Der Eigentümer ist sich der Anschlussmöglichkeit an die Doublette bewusst. Ein entsprechendes Konzept wird geprüft. Der Kanton ist am Anschluss dieser geplanten Siedlung ebenfalls interessiert. Die Kapazität der Doublette würde bei gleichem Baustandard der jetzigen Einheiten zur Versorgung von mehr als 50 Wohnungen ausreichen. Bei einer noch grösseren Abnahme wäre die Erweiterung durch zusätzliche Bohrungen nicht ausgeschlossen, müsste jedoch noch geprüft werden.

Das Konzept Solar One zeigt, dass innovative Lösungen bei konsequenter Anwendung nicht nur erfolgreich sein können, sondern weitere neue Wege und Möglichkeiten im ressourceneffizienten Bauen und in der ressourceneffizienten Energieversorgung eröffnen.



HÄRING GEO-PROJECT Autor: M.O. Häring, Jan. 02 HD MOH: Itingen/Situation	Geothermie-Doublette Solar One, Itingen BL **Situation 1:500, Stand Dezember 2001**	HÄRING Geothermal Contractors Figur 1



HÄRING GEO-PROJECT

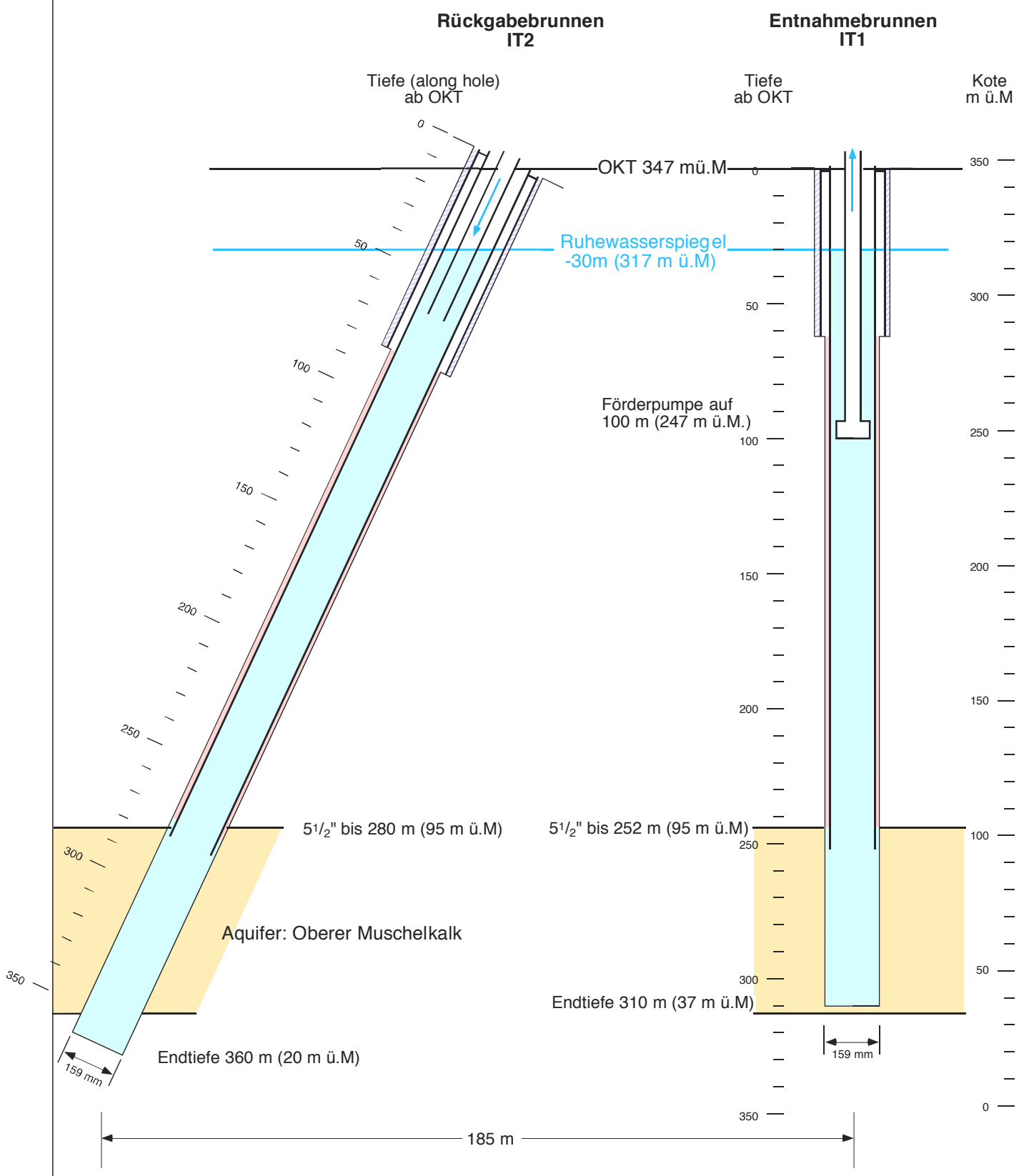
Autor: M.O. Häring, Jan.02
HD MOH: Itingen/Doublette

Geothermie-Doublette Solar One, Itingen BL

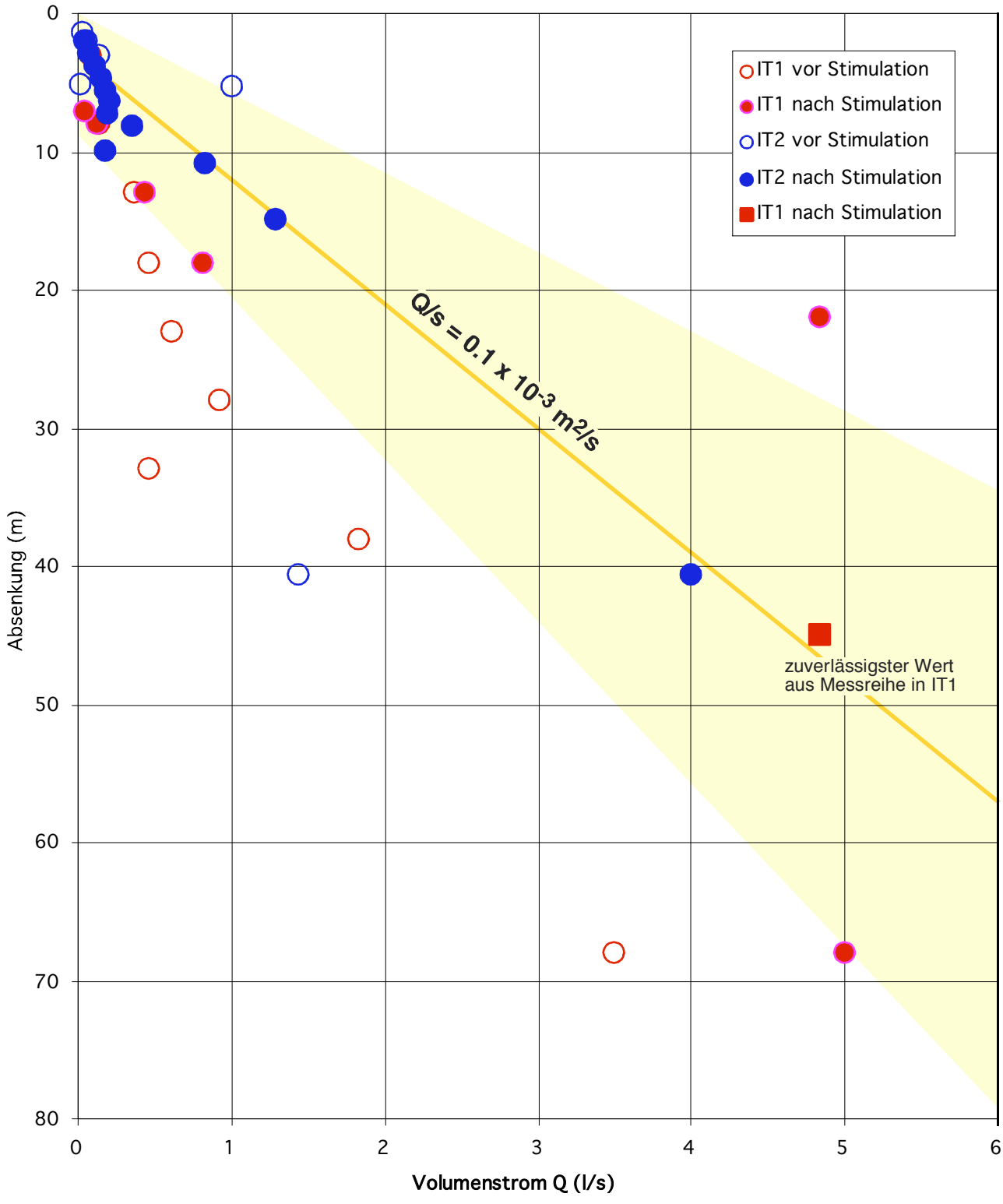
Geologischer Schnitt Doublette Itingen 1:2'000

HÄRING Geothermal Contractors

Figur 2



HÄRING GEO-PROJECT Autor: M.O. Häring, Jan. 02 HD MOH: Itingen/Brunnenausbau	Geothermie-Doublette Solar One, Itingen BL **Brunnenausbau Doublette Itingen**	HÄRING Geothermal Contractors Figur 3



Ergiebigkeitswerte berechnet aus Wiederanstiegskurven

HÄRING GEO-PROJECT

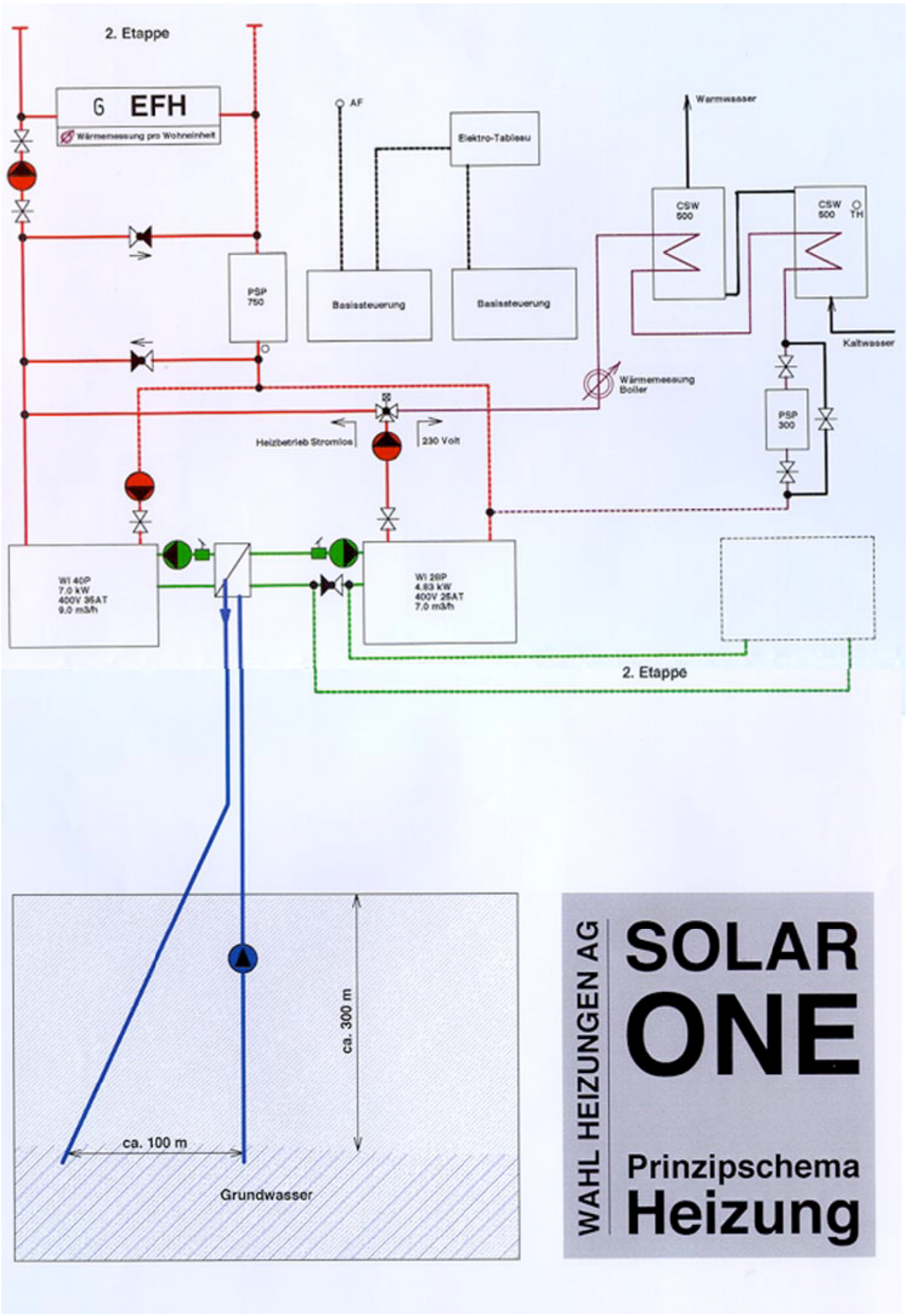
Autor: M.O. Häring, Jan. 02
HD MOH: Itingen/Ergiebigkeit

Geothermie-Doublette Solar One, Itingen BL

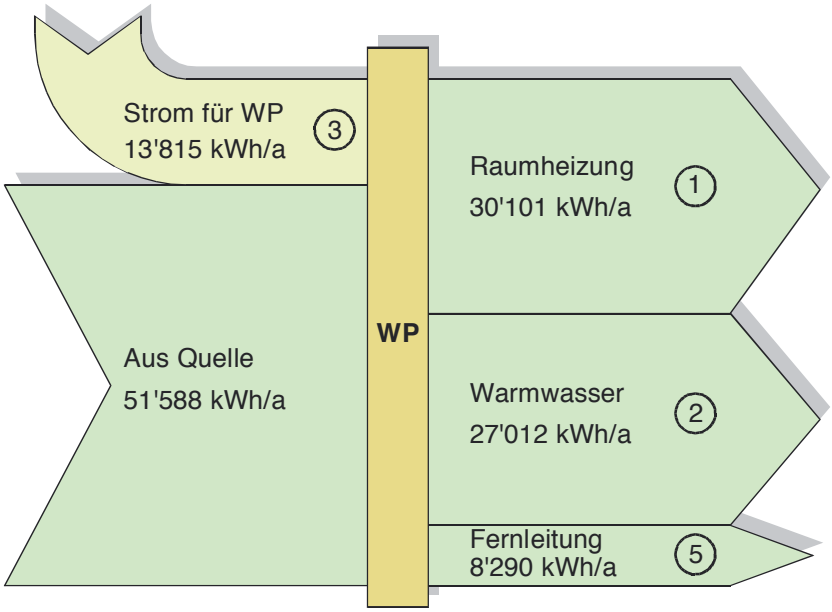
Ergiebigkeit IT1 & IT2

HÄRING Geothermal Contractors

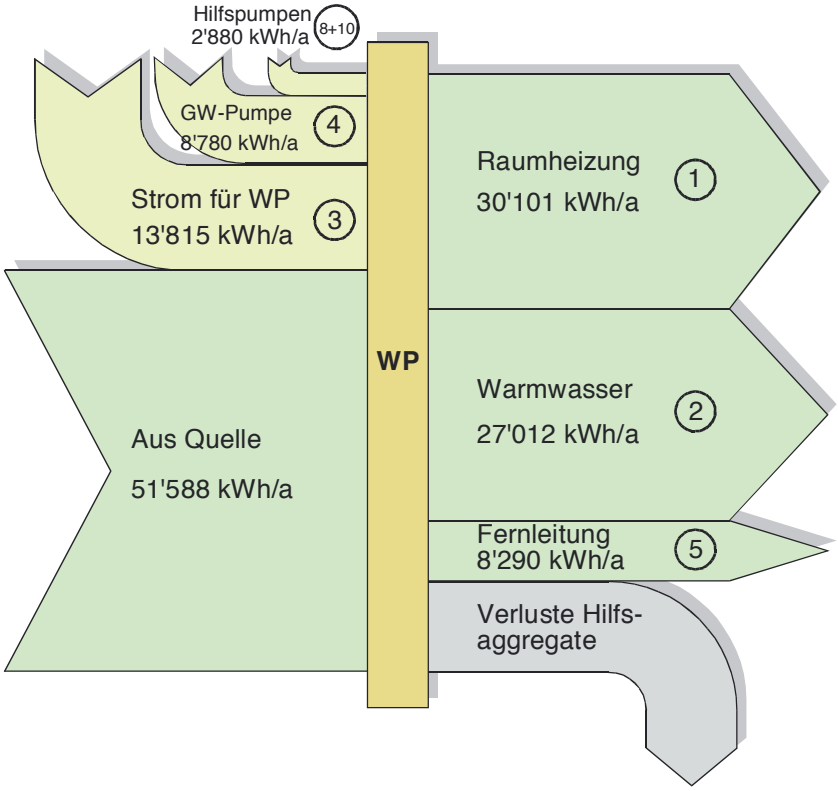
Figur 4



HÄRING GEO-PROJECT Autor: M.O. Häring, Jan. 02 HD MOH: Itingen/Heizschema	Geothermie-Doublette Solar One, Itingen BL **Energieversorgungsschema**	HÄRING Geothermal Contractors Figur 5



A: Ohne Hilfsbetriebe (nach Ravel): $\frac{1+2+5}{3} = \frac{65'403}{13'815} = \mathbf{4.73}$



B: Mit Hilfsbetrieben: $\frac{1+2+5}{3+4+8+10} = \frac{65'403}{25'475} = \mathbf{2.56}$

Beachte: Nummerierung bezieht sich auf Texttabelle in Kapitel Energiebilanz

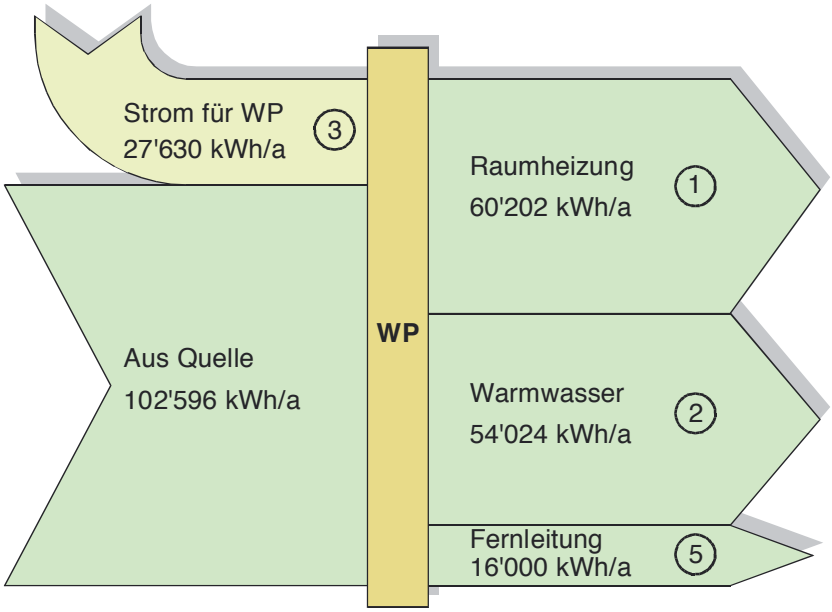
HÄRING GEO-PROJECT

Autor: M.O. Häring, Feb. 02
HD MOH: Itingen/Flussdiagramm

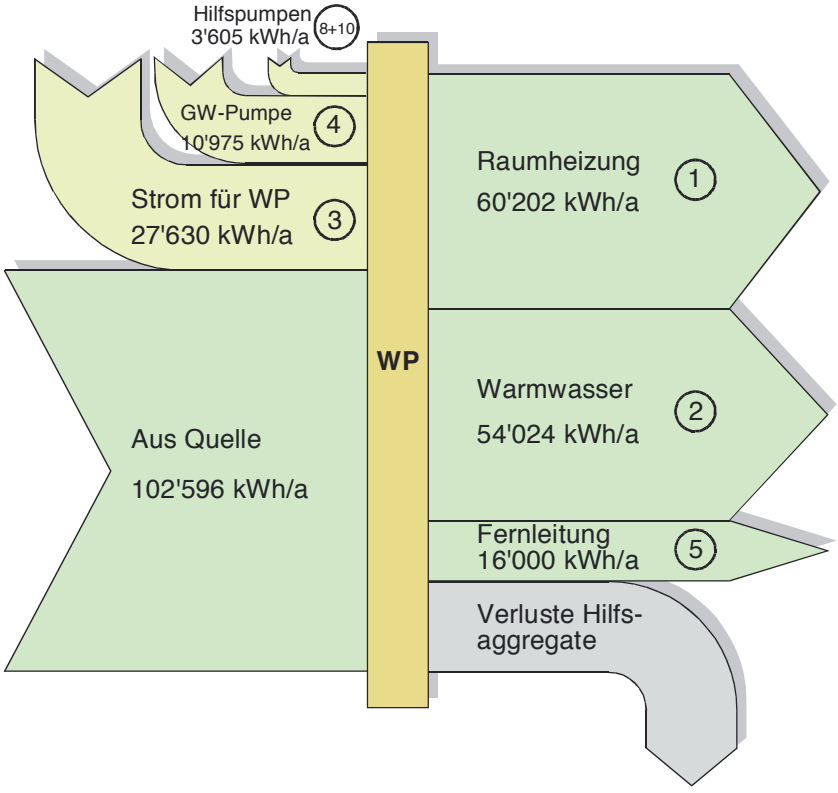
Geothermie-Doublette Solar One, Itingen BL
Flussdiagramm und JAZ-Berechnung für 6 Wohneinheiten

HÄRING Geothermal Contractors

Figur 6



A: Ohne Hilfsbetriebe (nach Ravel): $\frac{1+2+5}{3} = \frac{130'226}{27'630} = \mathbf{4.71}$



B: Mit Hilfsbetrieben: $\frac{1+2+5}{3+4+8+10} = \frac{130'226}{42'210} = \mathbf{3.08}$

Beachte: Nummerierung bezieht sich auf Texttabelle in Kapitel Energiebilanz

Tabelle 1

Energiebilanz Solar One

Wohneinheit				Verbrauch kumulativ											
				1.5.1999		1.9.1999		1.12.1999		1.9.2000		1.5.2001		1.9.2001	
Weihermatt-	Zähler	bewohnt seit	Nutzung	Heizung	Ww	Heizung	Ww	Heizung	Ww	Heizung	Ww	Heizung	Ww	Heizung	Ww
weg Nr.	Nr.			kWh	m3	kWh	m3	kWh	m3	kWh	m3	kWh	m3	kWh	m3
82	47	24.2.1999	2 Erwachsene (E)	2'770		2'805	35.2	5'150	100.1	12'410	207.0	19'188	295.0	21'213	341.0
84	48	1.4.1999	2E	2'010		2'048		3'050		6'424		10'588		10'875	
86	49	15.6.2001	3E									489		1'130	8.4
74	50	1.6.1999	2E	3'150		3'188		4'795	21.9	9'246	65.0	13'995	105.0	14'430	122.0
78	51	31.3.1999	3 E, 1 Kind	2'760		2'810	23.6	3'610	84.5	6'266	171.0	8'336	232.0	8'391	264.0
76	52	2.3.2000	Kinderkrippe (5E, 15K)	2'770		2'805		6'410		13'150	9.9	10'587		17'820	6
			Summe	13'460		13'656		23'015		47'496		63'183		73'859	
			Warmwasser in kWh					10'550		24'600		40'320		46'300	
			Total kWh					33'565		72'096		103'503		120'159	

Tabelle 2

Energiebilanz Solar One

kursive Werte geschätzt

Energiebedarf pro Jahresperiode													
Wohneinheit				1.9.99 - 1.9.2000					1.9.00 - 1.9.01				
Weihermatt-	Zähler	bewohnt seit	Nutzung	Heizung		Ww		Gesamt	Heizung		Ww		Gesamt
weg Nr.	Nr.			kWh		kWh		kWh	kWh		kWh		kWh
82	47	24.2.1999	2 Erwachsene (E)	9'605	100%	0	0%	9'605	8'803	100%	0	0%	8'803
84	48	1.4.1999	2E	4'376	*50%*	*4'376*	*50%*	8'752	4'451	*50%*	*4'451*	*50%*	8'902
86	49	15.6.2001	3E						1'130	*50%*	*1'130*	*50%*	2'260
74	50	1.6.1999	2E	6'058	100%	0	0%	6'058	5'184	100%	0	0%	5'184
78	51	31.3.1999	3 E, 1 Kind	3'456	100%	0	0%	3'456	2'125	100%	0	0%	2'125
76	52	2.3.2000	Kinderkrippe (5E, 15K)	10'345	*91%*	*1'000*	*9%*	11'345	4'670	*82%*	*1'000*	*18%*	5'670
Wärmeproduktion Total (kWh)								**39'216**					**32'944**

Energiebilanz Solar One

Spezifischer Verbrauch								
Wohneinheit					1.9.99 - 1.9.2000		1.9.00 - 1.9.01	
Weihermatt-	Zähler	bewohnt seit	Nutzung	beheizte Fläche	Heizung	spez. Verbrauch	Heizung	spez. Verbrauch
weg Nr.	Nr.			m2	kWh	kWh/m2/a	kWh	kWh/m2/a
82	47	24.2.1999	2 Erwachsene (E)	179	9'605	54	8'803	49
84	48	1.4.1999	2E	148	4'376	30	4'451	30
86	49	15.6.2001	3E	148			1'130	
74	50	1.6.1999	2E	179	6'058	34	5'184	29
78	51	31.3.1999	3 E, 1 Kind	179	3'456	19	2'125	12
76	52	2.3.2000	Kinderkrippe (5E, 15K)	148	10'345	70	4'670	32
Spezifischer Wärmeverbrauch (kWh/m2/a)						**41**		**30**