

## Beispielhaus in Bad Reichenhall / Marzoll



Oben die Reihe mit 16 qm Solarkollektoren, unterhalb die etwas größere Fotovoltaik-Anlage. Die Wärmepumpe ist eine Split-Anlage, sie steht im Keller und die Verdampferplatten befinden sich über dem Wassertank (rechtes Bild).

Ganz rechts befindet sich der Kasten mit den Verdampferplatten. Der Tank mit 40 cbm Wasser befindet sich unter der Terrasse und reicht vom rechten Ende des Kastens mit den Platten bis zur Verbindung gelber Eimer - Rasen (Gully-Deckel).

Den direkten solaren Wärmegegewinn im 4.000 Liter großen Wärmespeicher haben wir mit 500 kWh/qm angesetzt, weil leider keine Wärmemengenzähler eingebaut wurden. Der Wärmebedarf ist vom tatsächlichen Wetter abhängig und ist in einem strengen Winter etwas höher, sonst etwas geringer.

1. Allgemeine Daten: (das Haus wird wunschgemäß auf etwa 22° bis 23° erwärmt)

beheizte Wohnfläche	230 qm	Solarflachkollektoren	16 qm südwest
Wärmebedarf	66 kWh/qm	Dachneigung	24° südwest
Anzahl der Bewohner	4 Personen	Wärmespeicher	4.000 Liter
Wärmepumpe (& Kaminofen)	9 kW thermisch	unterirdischer Wasser-Eis-Speicher	40 cbm Stahltank

2. Verbrauchsdaten: (jeweils auf den angegebenen Zeitraum bezogen)

Betriebsjahr	elektrischer Strom		Kaminholz		maximales Eis
	kWh	Euro	Ster	Euro	cbm
01.05.2000-30.04.2001	4.657	405	3	90	20
01.05.2001-30.04.2002	5.692	495	1,5	45	25
01.05.2002-30.04.2003	5.720	498	2	90	20
01.05.2003-30.04.2004	6.158	536	1,75	100	30
01.05.2004-30.04.2005	5.202	520	2	60	25
01.05.2005-30.04.2006	5.429	597	3	105	30
01.05.2006-30.04.2007	3.706	408	1	50	5
01.05.2007-30.04.2010	16.740	2.175	1,5	75	5 - 15
01.05.2010-30.04.2012	10.076	1.511	6	420	3 - 10
Summen:	63.380	7.145		1.035	

Die letzten Jahre wurden nur als 3- bzw. 2-Jahres-Zeiträume aufgezeichnet. Die Summe für den elektrischen Strom der Wärmepumpe beträgt in den 12 Jahren = 63.380 kWh, im Durchschnitt = 5.282 kWh pro Jahr – bei der gewünschten höheren Raumtemperatur.

### 3. Primärer Energieverbrauch im Vergleich zu einer Ölheizung:

Bei Vergleichen muss man stets genau darauf achten was verglichen wird. Wir vergleichen hier eine moderne Brennwert-Öl-Heizung mit unserer speziellen Latent-Wärmepumpe. Die Einsparung von Energie wäre gegenüber einer älteren Ölheizung um 25% bis 30% höher! Die folgende Tabelle stellt jeweils einen Jahresverbrauch dar.

Betriebsjahr	theoretischer Verbrauch einer Ölheizung	Solarheizung mit ergänzender Wärmepumpe	Einsparung an CO2	Einsparung an Energie	Einsparung an Kosten
2000 / 2001	26.601 kWh	13.971 kWh	3.191 kg	48 %	47 %
2001 / 2002	27.412 kWh	17.076 kWh	2.574 kg	38 %	44 %
2002 / 2003	28.321 kWh	17.160 kWh	2.788 kg	39 %	41 %
2003 / 2004	29.113 kWh	18.474 kWh	2.643 kg	37 %	45 %
2004 / 2005	26.819 kWh	15.606 kWh	2.812 kg	42 %	52 %
2005 / 2006	29.072 kWh	16.287 kWh	3.216 kg	44 %	56 %
2006 / 2007	21.010 kWh	11.118 kWh	2.498 kg	47 %	60 %
2007 / 2010	25.662 kWh	16.742 kWh	2.207 kg	35 %	55 %
2010 / 2012	28.237 kWh	10.076 kWh	4.655 kg	64 %	70 %

Der Verbrauch von elektrischem Strom für die Wärmepumpe wird durch einen Stromzähler erfasst. Hierin ist auch der Verbrauch der beiden Wasserpumpen (Berieselung, Speicherladung) eingeschlossen. Mit einem Durchflussbegrenzer und zwei Thermometern wird die abgegebene Wärme der Wärmepumpe angezeigt. Die zuletzt höhere Einsparung an jährlichem CO<sub>2</sub>-Ausstoß und ebenfalls die Einsparung an Kosten, hängt mit einem höheren Holzeinsatz und dem milden Winter 2011 / 2012 zusammen.

Der Wärmebedarf des Gebäudes wird durch bewohnte Räume im Keller wesentlich mit bestimmt. Dort beträgt die Temperaturdifferenz zwischen Raum und Erdreich ganzjährig stets 10 °C und erfordert dadurch eine Beheizung dieser Räume auch im Sommer.

#### **Das Solarhaus in Marzoll ist jetzt 12 Jahre bewohnt.**

Der theoretische Verbrauch einer Ölheizung liegt im Durchschnitt bei 26.817 kWh jährlich (2.682 Liter Öl) für Heizung und Warmwasser. Tatsächlich wurden für die Solarheizung nur 5.002 kWh elektrischer Strom verbraucht. Wegen des Wirkungsgrads von 33 % im Kraftwerk sind das 15.006 kWh Primärenergie, also 44 % weniger.

Die Kosten sind gegenüber einer Ölheizung im Schnitt ~ 54 % niedriger. Die Höhe der Einsparung steigt durch die steigenden Energiepreise ebenfalls an. Zuletzt sogar bis auf 70%. Es wurden außerdem in den 12 Jahren gut 35 Tonnen weniger CO<sub>2</sub> erzeugt.

Mit der Einspeisevergütung war die Wärmeversorgung 12 Jahre gratis!

Die 16 qm Solarkollektoren deckten etwa 50 % der Energie. Ein erheblicher Teil erwärmt den Niedertemperatur-Speicher und erhöht so den Wirkungsgrad der Wärmepumpe (geringerer Stromverbrauch). Die Solarfläche könnte etwas größer und zumindest die Neigung steiler sein (24 qm, mind. 45° Neigung damit der Schnee abrutscht).

Das Haus hat einen primären Energiebedarf von lediglich 66 kWh/qm (Heizwärme und warmes Brauchwasser, trotz der beheizten Kellerräume). Es übertrifft sogar die erst später erlassenen Vorschriften der neuen Energie-Einspar-Verordnung ( EnEV 2002 ), und das bei ungünstiger klimatischer Lage (teilweise Verschattung durch einen Berg).

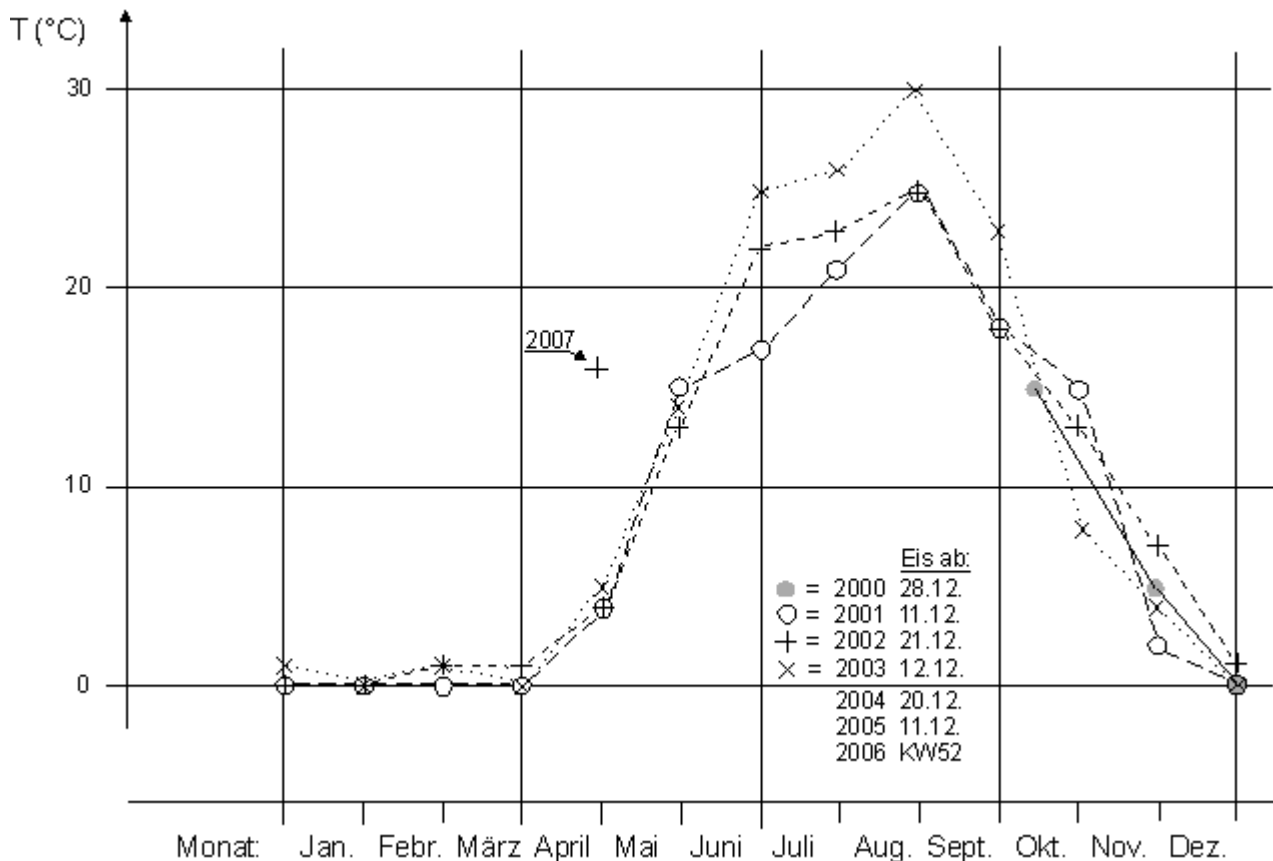
### Anmerkungen:

1. Der unterirdische Wasser-Eis-Speicher ist ein Stahltank mit 2,5 m Durchmesser und 8 m Länge. Er wurde horizontal unter der Terrasse eingebaut, was sich bezüglich einer gleichmäßigen Eisverteilung auf der Oberfläche als ungünstig herausgestellt hat.
2. Das zweite Betriebsjahr kennzeichnet einen total verregneten September und hatte eine starke Kälteperiode bereits im Dezember.
3. Im dritten Betriebsjahr fing der eigentliche Winter erst am 06. Januar an und Anfang April erfolgte noch ein später Wintereinbruch.
4. Im vierten Betriebsjahr begann der Hochsommer bereits im Mai und die sommerliche Hitze war fast unerträglich. Der unterirdische Speicher erreichte eine Temperatur von gut 31° und schützte so die Kollektoren sehr wirkungsvoll vor Überhitzungen.
5. Im fünften Betriebsjahr war der Januar sonnig und mild. Dafür kam der richtige Winter dann im Februar mit reichlich Schnee und Kälte im März.
6. Im sechsten Jahr war der Winter extrem lang. Er dauerte vom 18. November bis zum 19. März mit meterhohem Schnee durch Regen stark verdichtet.
7. Im siebten Betriebsjahr war der Winter ausgesprochen mild und es gab in Marzoll nur Anfang November etwas Schnee. Der Solarkollektor konnte dadurch sehr effizient den Niedertemperaturspeicher mit solarer Wärme versorgen. Dadurch war bereits Ende April der Wasser-Eis-Speicher auf 16° erwärmt.
8. Zur besseren Verteilung des Eises wurden 3 Wasserdüsen eingebaut. Diese sind beim Abtauen nur kurzzeitig in Funktion und sorgen für einen Transport des herunter fallenden Eises in den eisfreien Teil des Speichers (Richtung Gully). Das funktioniert sehr gut.
9. 2011 / 2012 gab es sehr wenig Eis und das sogar erst Ende Januar.

### Zusammenfassung:

1. Der gesamte Stromverbrauch für das Haus betrug in 12 Jahren lt. Hochtarifzähler 62.462 kWh und Niedertarifzähler 86.004 kWh, zusammen also = 148.466 kWh.
2. Die Einspeisung von elektrischem Strom ergab vom Herbst 2001 bis Frühjahr 2012 (in knapp 10 Jahren) = 14.276 kWh. Die Netzeinspeisung beträgt folglich nur etwa 10% des Verbrauchs.
3. Der Verbrauch von elektrischem Strom – für den Heizungs- & Warmwasserteil – betrug in 12 Jahren = 63.380 kWh und damit rund 43% des gesamten Verbrauchs von elektrischem Strom.
4. Es wird ersichtlich, dass unsere derzeitigen Energieprobleme nur in einer Kombination der Nutzung von thermischer Solarenergie (größere thermische Solarflächen mit Wärmespeicherung und Wärmepumpe), einem kleinem Holzofen (mit Wassertasche) oder ggf. einem Klein- oder Mini-BHKW sinnvoll gelöst werden können.

# Jährlicher Temperaturverlauf im Wasser-Eis-Speicher



Am Herbstanfang hat die Wärmepumpe durch das solar erwärmte Wasser des Speichers eine hohe Leistungszahl. Das hat sich besonders günstig im Oktober 2003 ausgewirkt, denn in diesem Monat gab es 14 Tage Frost, ein Fall der nicht so oft vorkommt. Der Winter 2006 / 2007 war mild und besonders im Januar und Februar sehr sonnenreich, wodurch das entstandene Eis größtenteils gleich wieder geschmolzen wurde. Nach einem sehr sonnigen April erreicht das Wasser im Speicher bereits 16°C. Im Winter 2011/2012 entstand erstes Eis erst Ende Januar.

Werden Eis und Wasser getrennt gespeichert, so kann im Frühjahr das Wasser schneller solar erwärmt werden. Die Wärmepumpe erzeugt dann bereits viel früher kein Eis mehr, benötigt weniger elektrischen Strom und erreicht so eine höhere Leistungszahl. Die Erzeugung von kompaktem Blockeis, wie in der Sendung „Die große Schau der Naturwunder“, am 11.08.2011, in der ARD von Frank Elstner und Ranga Yogeshwar vorgestellt, funktioniert in der Praxis nicht. Das Eis muss an der Wasseroberfläche schwimmend erzeugt werden (Anomalie des Wassers).

---

## Beteiligung an der erfolgreichen Umsetzung des Konzeptes:

Elektroinstallation: Christoph Wallner

Hausentwurf und Umsetzung: Marcus Böhm

Heizungsinstallation: Rudolf Lex

Kältetechnik: Wärmepumpe und Service, Firma Chiemsee-Kälte, Herr Antholzner

Regelung der Wärmepumpe und Beladung des Wärmespeichers: Winfried Hesse

---

Marzoll.pdf