



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

SOLMAT

Frostschutzmittelfreie Wassererwärmung

Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

Leo Engeler, Basso Salerno

Salerno Engeler GmbH, 4438 Langenbruck

Impressum

Datum: September 2006

Im Auftrag des Bundesamt für Energie, Forschungsprogramm Solarwärme

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

www.bfe.admin.ch

BFE-Bereichsleiter, urs.wolfer@bfe.admin.ch

BFE-Projektnummer: 100497

Bezugsort der Publikation: www.energieforschung.ch

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Inhaltverzeichnis

Inhaltverzeichnis	1
Zusammenfassung	2
1. Ausgangslage	3
2. Ziel	3
3. Die Anlage	4
3.1 Allgemein	4
3.2 Allgemein Funktionsprinzip Drain-Back-System	8
4. Ergebnisse	9
4.1. Energie	9
4.2 Funktionsfähigkeit und Sicherheit	9
5. Schlussfolgerung und Aussicht	10
6. Literatur	11
7. Verantwortliche Personen	11

Zusammenfassung

Für das Wohn- und Werkheim für Behinderte Sonnmatt in Langenbruck (BL) wurde eine Solaranlage mit einer Kollektorfläche von 45 m² für Warmwasserwärmung realisiert. Diese Drain-Back-Anlage ist die Erste in dieser Grösse ohne Frostschutzmittel.

Der Einsatz vom Wasser als Medium für Solaranlagen hat folgende Vorteile:

Kostenreduktion, höherer Energieertrag, Sicherheit, geringe Korrosions- und Verschmutzungsgefahr.

Für viele umweltsensibilisierte „Solarkunden“ ist die Lösung ohne chemische Zusatz (Frostschutzmittel) ein relevantes Argument in der Wahl einer Solaranlage.

Unsere Anlage wurde Ende 2004 realisiert. Die Hauptkomponenten der Anlage sind:

- Kollektorfeld 45 m² (ca. 44 m² Absorberfläche)
- Wassererwärmer 2 bestehenden Boiler à 1'250 Liter
1 neuer Boiler à 1'250 Liter mit integrierten Wärmetauschern
- Drain-Back-Gefäss Anfertigung mit Spezialanschluss
- Steuerung Technische alternative UVR 1611 frei programmierbar

Die Energie-Daten wurde erst in der Periode Oktober 05 - September 06 erfasst, da das Heim aus internen Gründen vom Januar 05 bis September 05 leer stand.

Die gesamte Anlagekosten betragen 65'000 CHF (1'437 CHF/m²).

Der Brutto-Solarertrag beträgt 22'500 kWh. Das ist 7% mehr als der mit Polysun berechnete Ertrag (21'000 kWh/a).

Die Anlage war vom Anfang an ohne Ausfälle im Betrieb. Die Sicherheit ist gewährleistet. Die Entleerung hat einwandfrei funktioniert.

Der Ertrag kann durch eine verfeinerte Steuerung verbessert werden. Das Drain-Back-Gefäss und dessen Anschluss am Solarkreis ist weiter zu optimieren.

Die Anlage SolMat zeigt, dass auch grössere Anlagen frostschutzmittelfrei funktionsfähig sind. Diese Anlagen sind vor allem dann sinnvoll, wenn häufig ein Stillstand auftritt.

In Zusammenarbeit mit Kollektor-Herstellungsfirmen sind schon die ersten Schritte in Richtung Standard-Kollektor-Modul eingeleitet.

In Aussicht steht die Serienproduktion von Standard-Komponenten (Kollektor, Drain-Back-Gefäss und Steuerung) für frostschutzmittelfreie Anlagen.

1. Ausgangslage

Für das Wohn- und Werkheim für Behinderte Sonnmatt in Langenbruck (BL) wurde eine Solaranlage mit einer Kollektorfläche von 45 m² für Warmwasserwärmung realisiert. Diese Drain-Back-Anlage ist die Erste in dieser Grösse ohne Frostschutzmittel.

Bisher wurde die frostschutzmittel-freie Technik nur bei kleinen Anlagen (<15 m²) angewendet.

Der Einsatz vom Wasser als Medium für Solaranlagen hat folgende Vorteile:

- **Kostenreduktion** Investitions- und Betriebskosten (durch einfachere Systemkomponenten und wegfallende Frostschutz-Füllung) können reduziert werden.
- **Höherer Ertrag** Da sich das Medium in den Kollektoren im Stillstand ins wärmegeämmte Drain-Back-Gefäss entleert, ist der Wärmeverlust des Mediums (Wasser) minimal. Zusätzlich kann dank der höheren Wärmekapazität und geringeren Zähigkeit des Wassers gegenüber der Frostschutzmittel-Lösung ein höherer Kollektor-Ertrag erreicht werden.
- **Sicherheit** Durch die selbstständige Entleerung der Kollektoren ist auch die Überhitzungsgefahr der gesamten Anlage gebannt. Im Sommer kann bei vollem Speicher der Kollektorsertrag auf Null reduziert werden. So ist auch das Überschusswärme-Problem gelöst, ohne negative Folgen für System und Medium.
- **geringere Korrosions- und Verschmutzungsgefahr** Das Frostschutzmittel ist bei Temperaturen über 150 °C chemisch instabil, so dass der Korrosionsschutz nicht mehr garantiert ist. Das aus der Korrosion und Zersetzung entstehende Material (Schlamm und Kristalle) bleibt im Kreislauf und kann Schäden an den Armaturen und Leitungen, sowie erhöhten Widerstand, Verstopfungen und reduzierten Wärmetransfer einzelner Teilstrecken verursachen. Leckage und Probleme mit zersetztem Frostschutz und deren Folgen sind Dauerthemen in der Solarbranche.

2. Ziel

Ziel des Projektes ist, praktische und wissenschaftliche Erfahrungen, von grossen Solaranlagen mit dem Drain-Back-System, für die Wasserwärmung zu eruieren.

Analisiert werden:

- Ertrag
- Funktionsfähigkeit
- Sicherheit

3. Die Anlage

3.1 Allgemein

Die im Dezember 2004 gebaute Solaranlage (Abb. 3.1.1), befindet sich auf dem Flachdach des Wohn- und Werkheim Sonn matt, in 4438 Langenbruck (BL).

Bisher wurde das Warmwasser im Winter mit der Schnitzelfeuerungsanlage und im Sommer elektrisch erzeugt.

Das Kollektorfeld ist aus 16 Modulen Flachkollektoren mit je 2.8 m² Absorberfläche in Reihe zusammengesetzt. Die Gesamtfläche beträgt 44 m².

Die Neigung des Feldes ist 30°.

Das rostfreie Drain-Back-Gefäss ist unmittelbar unter dem Kollektorfeld in einem forstsicheren Bereich platziert.

Weitere Komponenten sind 3 Wassererwärmer mit je 1'250 Liter-Inhalt. Zwei davon waren vorhanden, der Dritte (neu) ist mit zwei Rohr-Wärmetauschern ausgestattet (siehe Abb. 3.1.2 und Schema Seite 7).

Die Anlage wird vom Produkt UVR 1611 der Technische Alternative (Österreich) gesteuert. Diese Steuerung ist freiprogrammierbar und bietet die Möglichkeit, einen Datenlogger anzuschliessen. Es können alle Parameter erfasst und aufgezeichnet werden.



Abb. 3.1.1 Das Kollektorfeld auf dem Flach Dach eines Heimtraktes

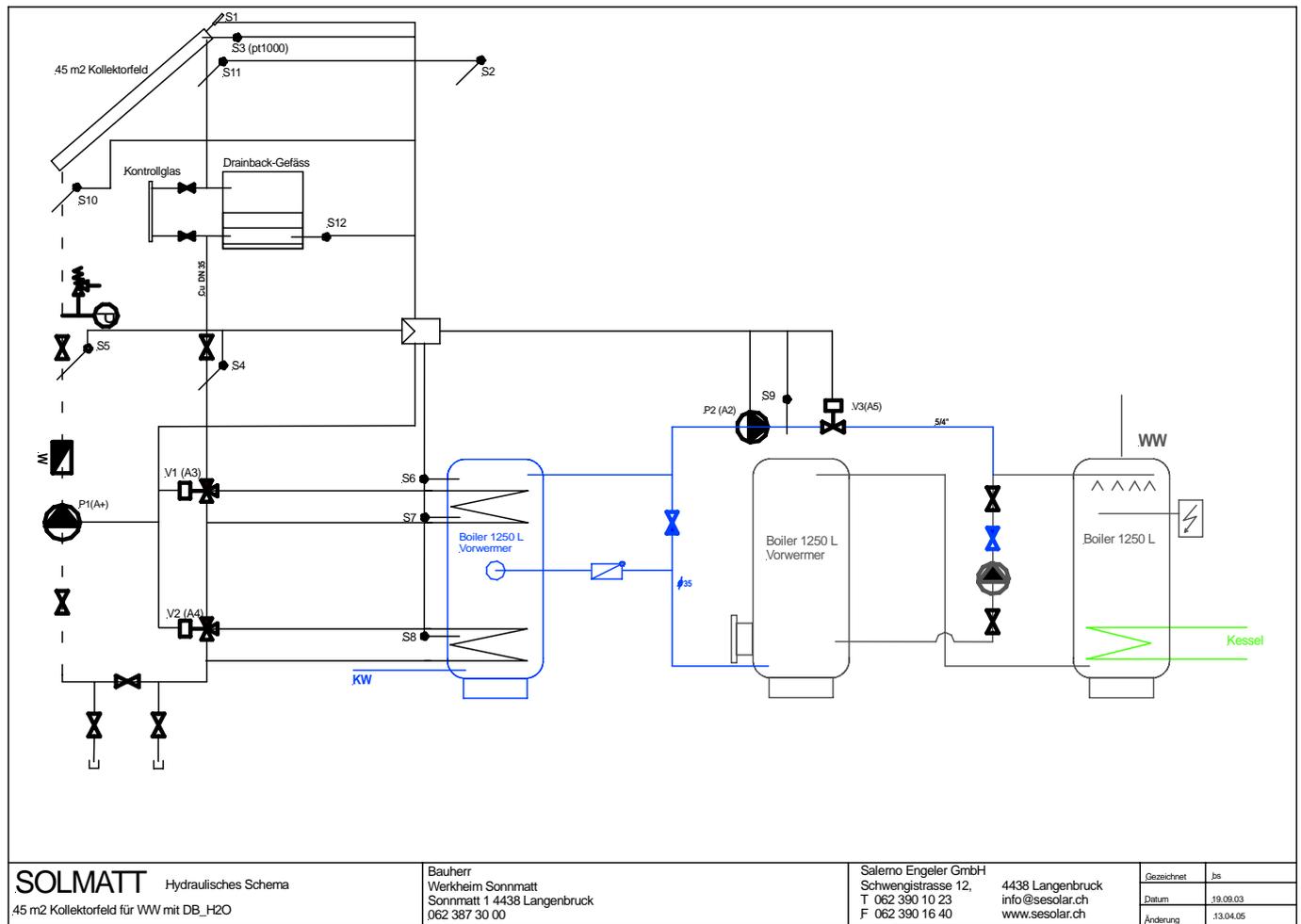
In der folgenden Tabelle 3.1.1 sind im Detail die Eigenschaften der Anlage und diverser Komponenten aufgezeigt.

Kollektorfeld	
Orientierung	Süd
Anstellwinkel	30° auf Flachdach
Beschattung	im Winter wenig durch Hügel. Sonnenstunden in Dez und Jan: 10 bis 15 Uhr
Abmessugen	16 m x 3 m
Absorberfläche	44 m ² Finne à 12 cm Abstand
Absorber	Finnenabsorber aus Kupfer mit Schwarzchromschichtung Finnendurchmesser: 8/7mm
Verschaltung	Alle Finnen pro Feld vertikal parallel geschaltet 2 Felder Parallel geschaltet Sammelrohr Durchmesser 22 mm
Aufbau	Feldkasten durchgehend ohne vertikale Zwischenunterteilungen, Aufbau und Dämmung gemäss branchenüblicher Technik und Materialien.
Wassererwärmer	
1. Boiler	1'250 Liter bestehend
2. Boiler	1'250 Liter bestehend
Elektrische Leistung	28 kW bestehend (mit Magro-System)
Thermische Leistung	Wärmetauscher mit Anschluss an Schnitzelfeuerung
3. Boiler	1'250 Liter neu mit Solar-Wärmetauscher
Solar-Wärmetauscher	Oben 3.0 m ² Unten 4.2 m ²
Solarkreislauf	
System	Drainback
Medium	Wasser ohne Zusätze
Leitungen	Kupfer 22 mm
Pumpe	Heizungspumpe drehzahlregulierbares Serienprodukt
Drainback-Gefäss	90 Liter Chromstahl Spezialanfertigung
Armaturen	Standard-Heizungskomponenten
Steuerung	
UVR 1611	16 Sensoreingänge (Temperatur und Strahlung)
Technische Alternative	5 Ausgänge Freiprogrammierbar, mit Datenloggeranschluss

Tab. 3.1.1 Merkmale und Eigenschaften der Anlage.



Abb. 3.1.2 *Der neue Wassererwärmer mit 1'250 Liter Inhalt und 2 Wärmetauscher mit 3 m² und 4.2 m² Tauscherfläche. Rechts: der bestehende Boiler.*



3.1.2. Anlageschema

3.2 Allgemein Funktionsprinzip Drain-Back-System

Die Anlage funktioniert nach dem „Drain-Back-Prinzip“ (Siehe Abb. 3.2.1).
Ohne aktive Pumpe bleibt der Kollektor leer. Sobald der Absorber einen Temperaturunterschied $>4K$ zum Speicher unten aufweist, schaltet die Pumpe ein. Das Medium wird direkt aus dem Drainback-Gefäß angesaugt und in die Kollektoren gepumpt. Die Luft im Absorber wird ins Drainback-Gefäß gedrückt.

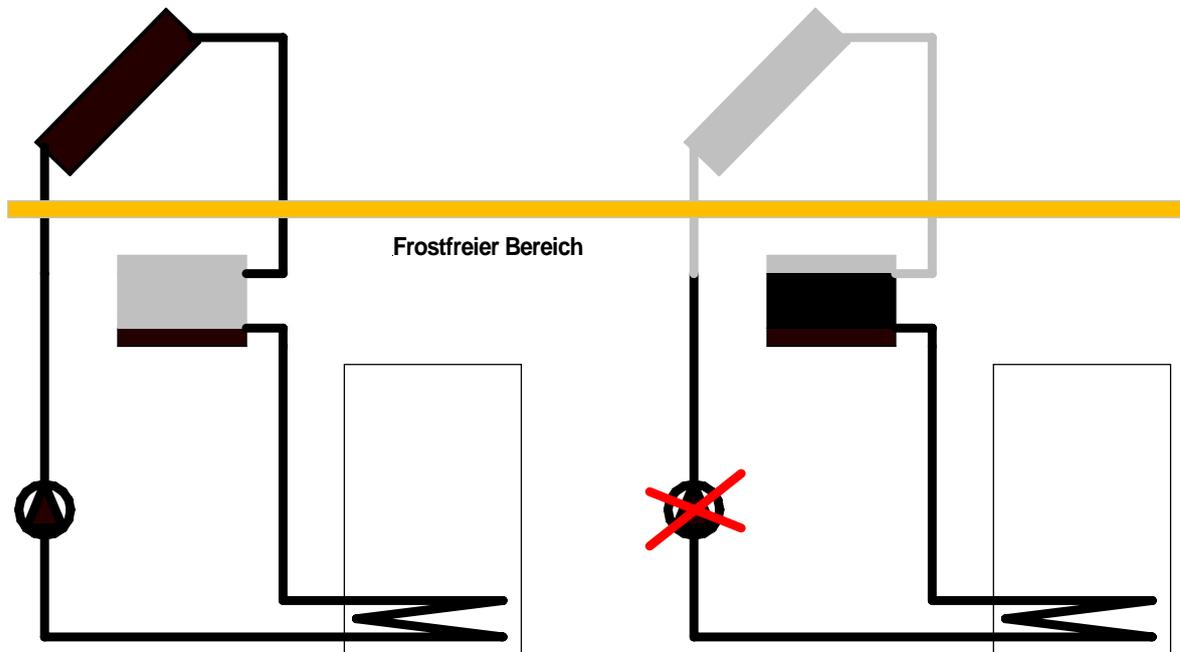


Abb. 3.2.1 Funktionsprinzip des Drain-Back-Systems. Die Pumpe läuft nur, wenn nutzbare Energie im Kollektorfeld vorhanden ist. In allen anderen Fällen (Speichertemperatur $>80\text{ }^{\circ}\text{C}$, Stromausfall, ungenügende Sonnenstrahlung) ist sie ausgeschaltet, das Kollektorfeld bleibt leer und das Medium (Wasser) im frostsicheren Bereich.

4. Ergebnisse

4.1. Energie

Die Messungen wurden vom Oktober 05 bis September 06 durchgeführt.

Der Gesamt-Brutto-Ertrag beträgt 22'300 kWh, aus diesem resultiert ein spezifischer Kollektorsertrag von 510 kWh/m²a. Die Jahresverteilung ist in Abb. 4.1.1 zu sehen.

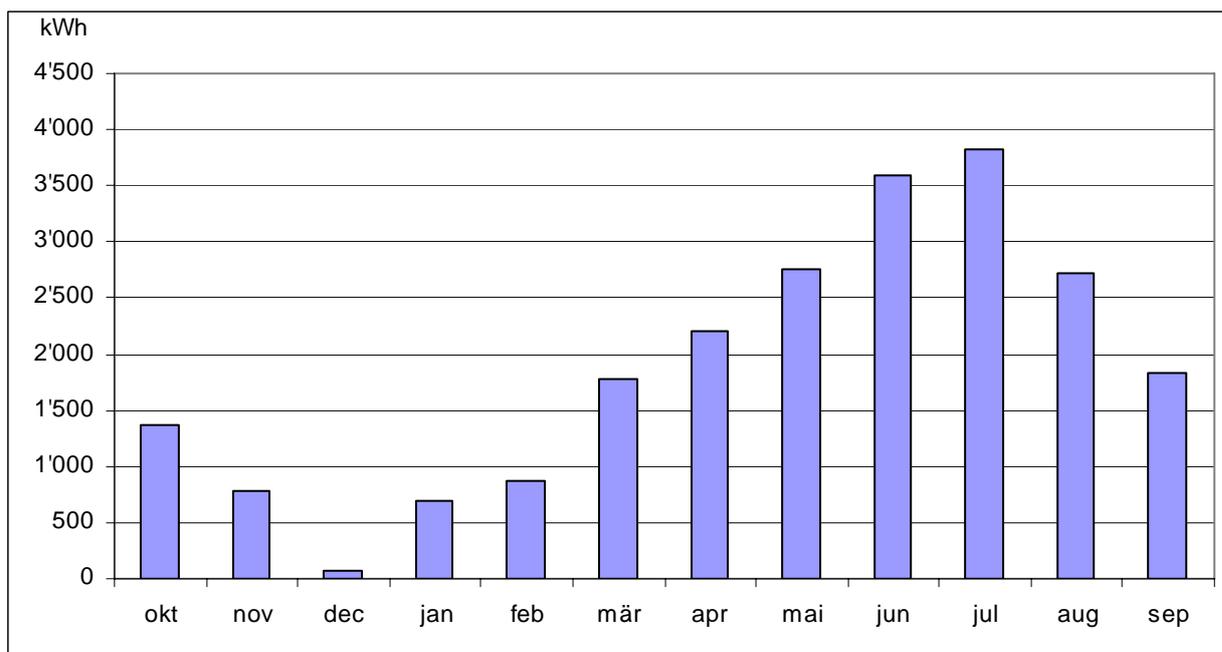


Abb. 4.1.1 Verteilung des Brutto-Jahresertrages. Periode Oktober 2005 bis September 2006.

Der geringe Ertrag im Dezember ist auf die beschränkte Sonneneinstrahlung (Beschattung) und auf das schlechte Wetter zurückzuführen. Der August 2006 wurde von mehreren Schlechtwetterperioden charakterisiert.

Im Juli 2006 ist die Anlage aufgrund der Schönwetterperiode und den vielen Abwesenheiten fast jeden Tag (ab ca. 15 Uhr) still gestanden.

Die Erwartung (21'000 kWh gemäss Polysun) sind im ersten Betriebsjahr um gut 7% übertroffen worden.

4.2 Funktionsfähigkeit und Sicherheit

Die Anlage ist praktisch ohne Ausfall gelaufen und wurde fortlaufend optimiert. Die Steuerung kann aufgrund der Ergebnisse weiterhin verbessert werden.

Weitere Optimierungen sind auch beim Drain-Back-Gefäss-Anschluss möglich. In bestimmten Situationen wird die Luft im Drain-Back-Gefäss vom Wasserstrom mitgeschleppt. Dies verursacht geringes Rauschen bei der Umwälzpumpe. Das Phänomen stellt aber keine bedeutende Einschränkung für die Funktionalität der Anlage dar.

Die Sicherheit der Anlage ist gewährleistet.

Die Anlage ist bei Kollektor-Temperaturen kleiner als 15°C und grösser als 100 °C nicht in Betrieb, das heisst: die Kollektoren und Leitungen im nichtfrostsicherem Bereich sind leer. Diese Temperaturen werden mit je 3 Sensoren kontrolliert.

Bei Stromausfall steht die Solar-Pumpe still, so entleert sich das Kollektorfeld automatisch (Siehe 3.2).

4.3 Wirtschaftlichkeit

Die Anlagegesamtkosten der Prototyp-Anlage betragen ca. 65'000 CHF (ohne MWST). Die spezifische Kosten 1'407 CHF/m². Die Aufteilung ist in der Tabelle 4.3.1 zu sehen.

	CHF	%	CHF/m ²
Kollektorfeld inkl. Montage	37'775	58.4	839
Leitung	5'696	8.8	127
Boiler und Armaturen	11'635	18.0	259
Drain-Back-Gefäss	1'600	2.5	36
Nebenarbeiten	3'750	5.8	83
Planung	3'000	4.6	67
Inbetriebnahme	1'200	1.9	27
Total	64'656	100.0	1'437

Tab.4.3.1 *Anlagekosten in Schweizer Franken ohne Mehrwertsteuer.*

5. Schlussfolgerung und Aussicht

Im ersten Betriebsjahr beträgt der solare Brutto-Ertrag 22'500 kWh (510 kWh/m²a). Das entspricht 7 % mehr des mit dem Polysun-Programm berechneten Ertrags von 21'000 kWh/Jahr.

Der Ertrag kann durch eine verfeinerte Steuerung noch weiter optimiert werden.

Das Drain-Back-Gefäss und dessen Anschluss am Solarkreis sind weiter zu optimieren.

Sicherheit und Funktion sind gewährleistet.

Die Kosten der Prototyp-Anlage betragen 64'656 CHF (Ohne MWST), die spezifische Kosten 1'437 CHF/m².

Die Anlage SolMat zeigt, dass auch grössere Anlagen frostschutzmittelfrei funktionsfähig sind. Diese Anlagen sind vor allem dann sinnvoll, wenn häufig Stillstand auftritt.

In Zusammenarbeit mit Kollektor-Herstellerfirmen sind schon die ersten Schritte in Richtung Standard-Kollektor-Modul eingeleitet.

In Aussicht steht die Serienproduktion von Standard-Komponenten (Kollektor, Drain-Back-Gefäss und Steuerung) für frostschutzmittel-freie Anlagen.

6. Literatur

1. L. Engeler, B. Salerno -Accadueo, Solaranlage ohne Frostschutzmittel 2003 ENET Pr 37511
2. S. von Rotz, F. Flückiger, U. Frei, L. Engeler, b. Salerno-Theorie und Experiment zur Strömungsverteilung in Harfenabsorber 2003 ENET

7. Verantwortliche Personen

Leo Engeler

Basso Salerno

Salerno Engeler GmbH

T 062 390 16 22

info@sesolar.ch

www.sesolar.ch

Anlage

Wohn- und Werkheim Sonnmatt

4438 Langenbruck

T 062 387 30 00