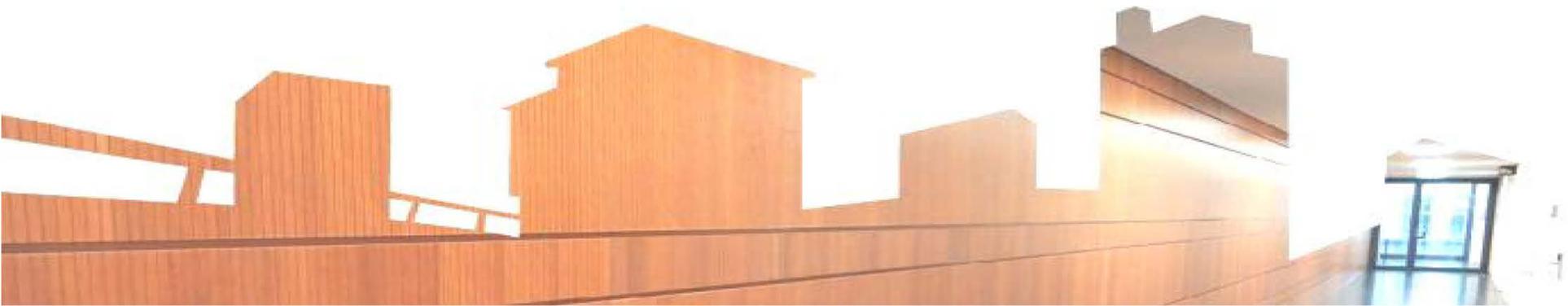


# SOLARTHERMIE PROBLEMFÄLLE AUS DER PRAXIS – ERKENNEN UND VERMEIDEN

**Peter Hiller**

Waldhauser + Hermann AG



# INHALT

Potential Solarthermie

Ergebnisse aus Felduntersuchungen

Kollektortypen und Stillstandsverhalten

Fälle aus der Praxis

Tipps für Bauherren und Betreiber

## POTENTIAL SOLARTHERMIE

Tabelle 27: Solaranteile an der Deckung des Wärmebedarfs nach verschiedenen Szenarien für den Gesamtwohnungspark im Kanton Freiburg und in der Stadt Zürich				
Solaranteile	104-100l	54-100l	104-opt	54-opt
Kanton Freiburg	34%	55%	50%	67%
Stadt Zürich	19%	34%	26%	43%

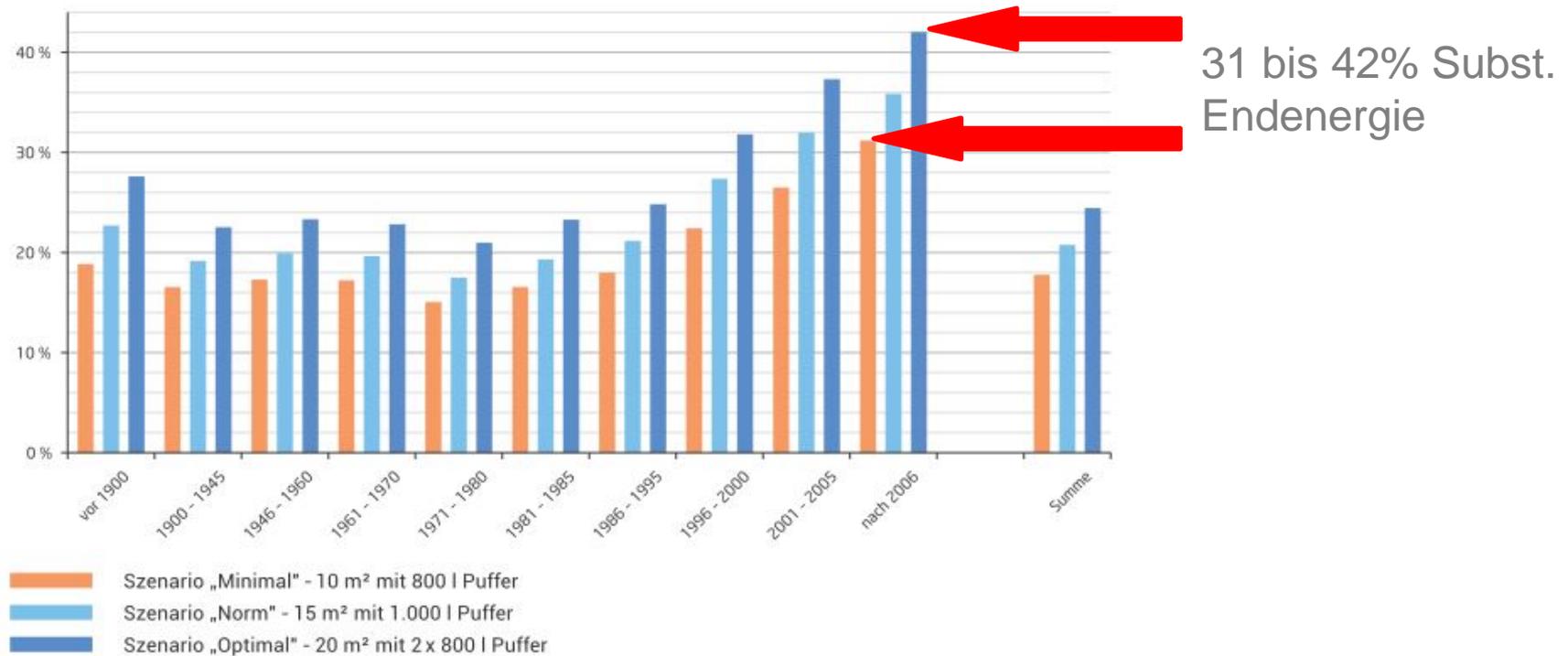
Tabelle 7: Referenzvarianten nach Wärmebedarf und Speichergösse		
Referenz-variante	Wärmeenergiebedarf pro m <sup>2</sup> Energiebezugsfläche	Speicher pro m <sup>2</sup> Kollektorfläche
104-100l	104 kWh (80 kWh für Raumwärme und 24 kWh für Warmwasser)	100 Liter
54-100l	54 kWh (30 kWh für Raumwärme und 24 kWh für Warmwasser)	100 Liter
104-opt	104 kWh (80 kWh für Raumwärme und 24 kWh für Warmwasser)	Optimaler Speicher
54-opt	54 kWh (30 kWh für Raumwärme und 24 kWh für Warmwasser)	Optimaler Speicher

Quelle: BFE

# POTENTIAL SOLARTHERMIE

Abbildung 6-17 • Solarthermisch substituierbarer Endenergieanteil in EWEH  
 in Abhängigkeit der Baualtersklasse in Prozent

Solarthermisch substituierbarer  
 Endenergieanteil



31 bis 42% Subst.  
 Endenergie

Quelle: «Solarthermie» Wüstenroth Stiftung; 2014

## POTENTIAL SOLARTHERMIE

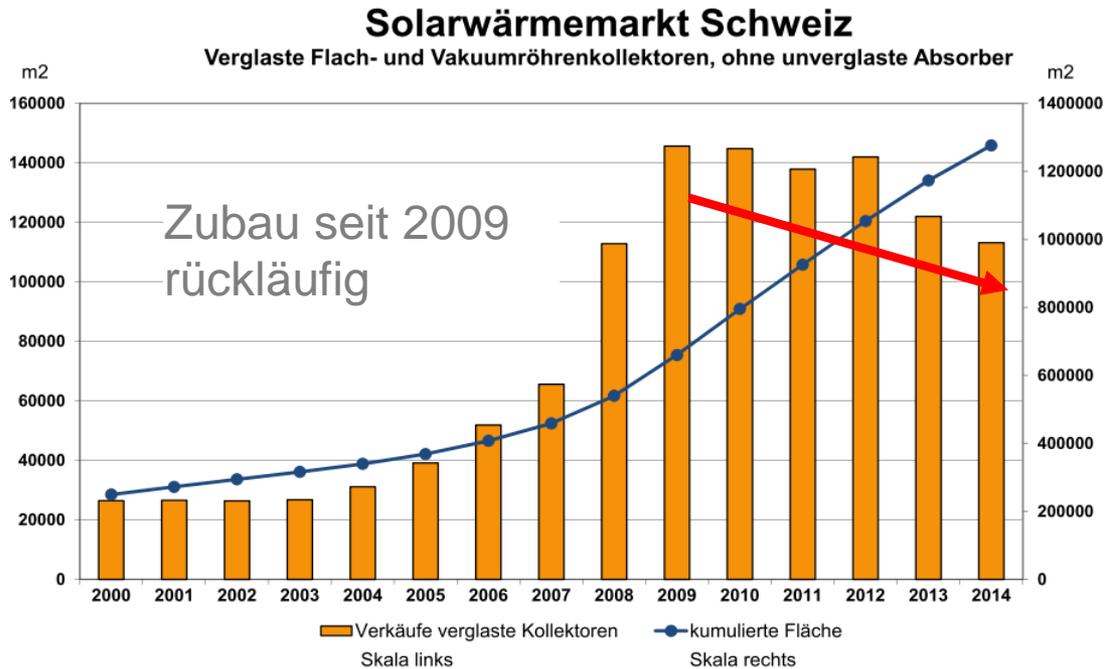
Mögliche Abdeckung durch Solarthermie in energetisch optimiertem\* Gebäudebestand CH:

**> 40%**

des Endenergiebedarfs für Heizung und Trinkwarmwasser

\*Neubauten mit tiefem Heizwärmebedarf und umfassend sanierte Bestandsbauten

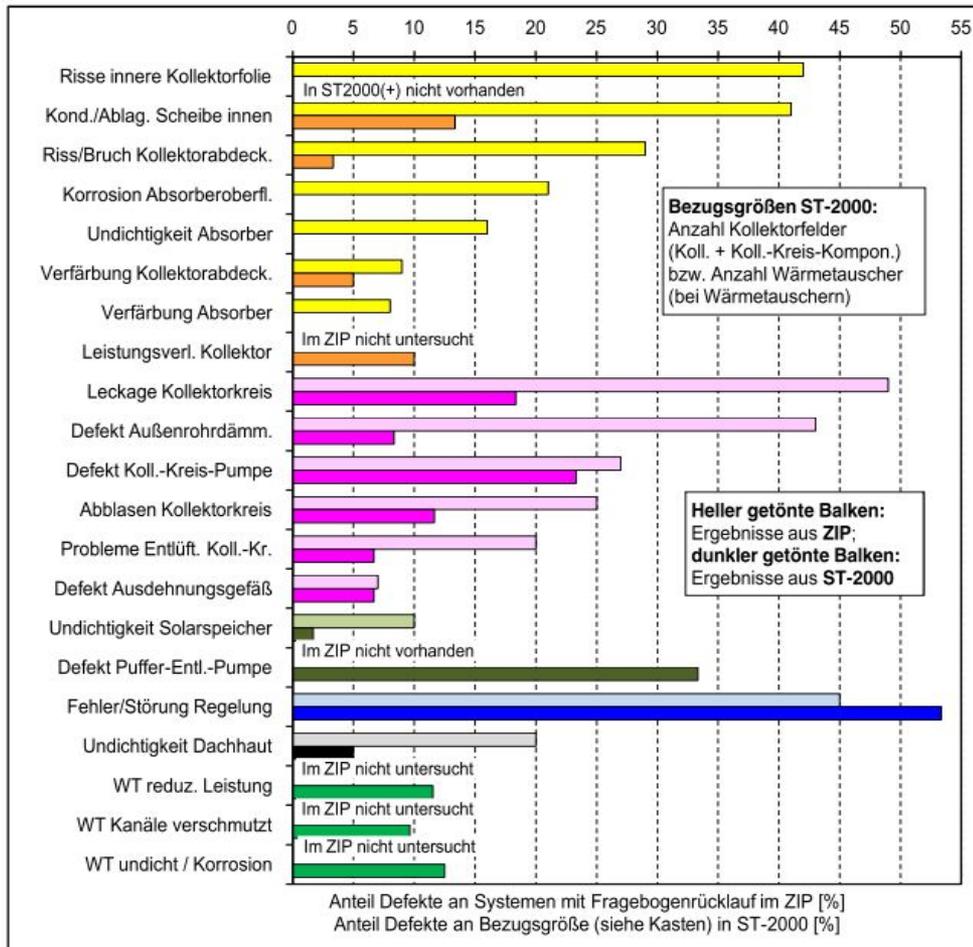
# POTENTIAL SOLARTHERMIE



## Gründe für Rückgang Solarthermie:

- Starke wirtschaftliche Bevorteilung von PV Anlagen durch KEV
- Zu starke Favorisierung von Strom in der Energiewende
- Negativ Image wegen Problemanlagen?
- Tiefe Erdgas- und Ölpreise seit 2015 werden den Rückgang weiter verstärken

# ERGEBNISSE AUS FELDUNTERSUCHUNGEN

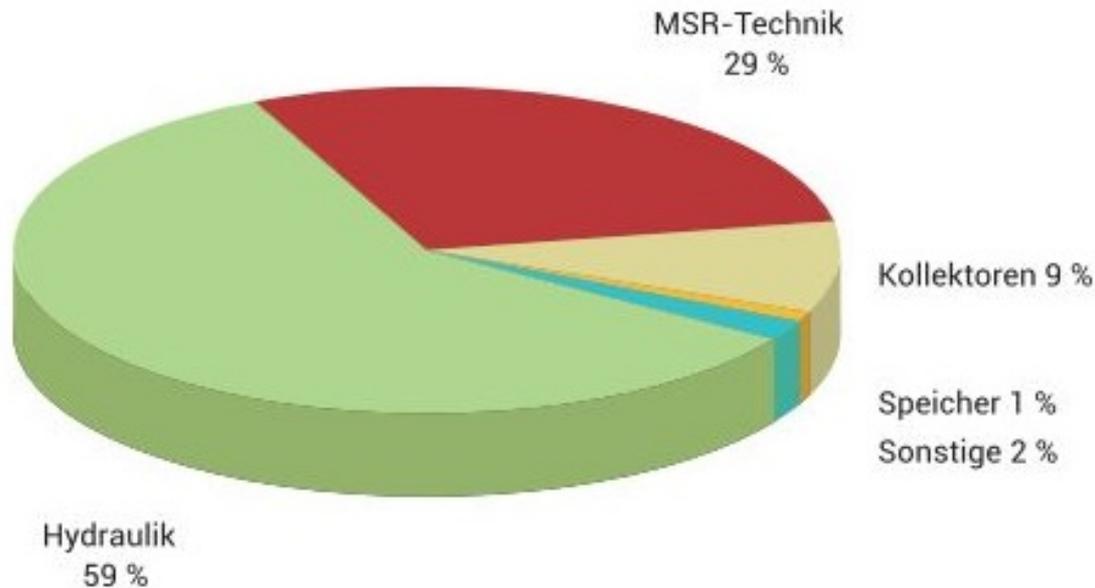


Quelle: ZFS, Solarthermie-2000, Teilprogramm und Solarthermie2000plus; 2009

Bei älteren Anlagen häufig Mängel an den Kollektoren (gelbe Balken)

**Bild 76: Übersicht über aufgetretene Mängel im ZIP (ca. 15 Jahre Betrieb) und in Solarthermie-2000 (1 - 10 Jahre Betrieb)**

## ERGEBNISSE AUS FELDUNTERSUCHUNGEN



**Abbildung 7-1**  
Anlagenmängel bei  
ST-Anlagen nach  
/BAUM-01 08/

Bei neueren Anlagen nur noch geringer Anteil Mängel an den Kollektoren, jedoch hauptsächlich die Hydraulik und die MSR betreffend

Quelle: «Solarthermie» Wüstenroth Stiftung; 2014

## KOLLEKTORTYPEN UND STILLSTANDSVERHALTEN



### Flachkollektoren

Stagnationstemperatur: 150 bis 200°C. «Eigenstabil», d.h. hohe Wärmeverluste bei Solarüberschuss wirken Stillstand entgegen



### Röhrenkollektor «Heatpipe»

Stagnationstemperatur: 130 bis 150°C. Anfällig für Solarüberschuss, jedoch rascher Übergang in Stillstand (kein Wasser/Glykol in den Röhren)



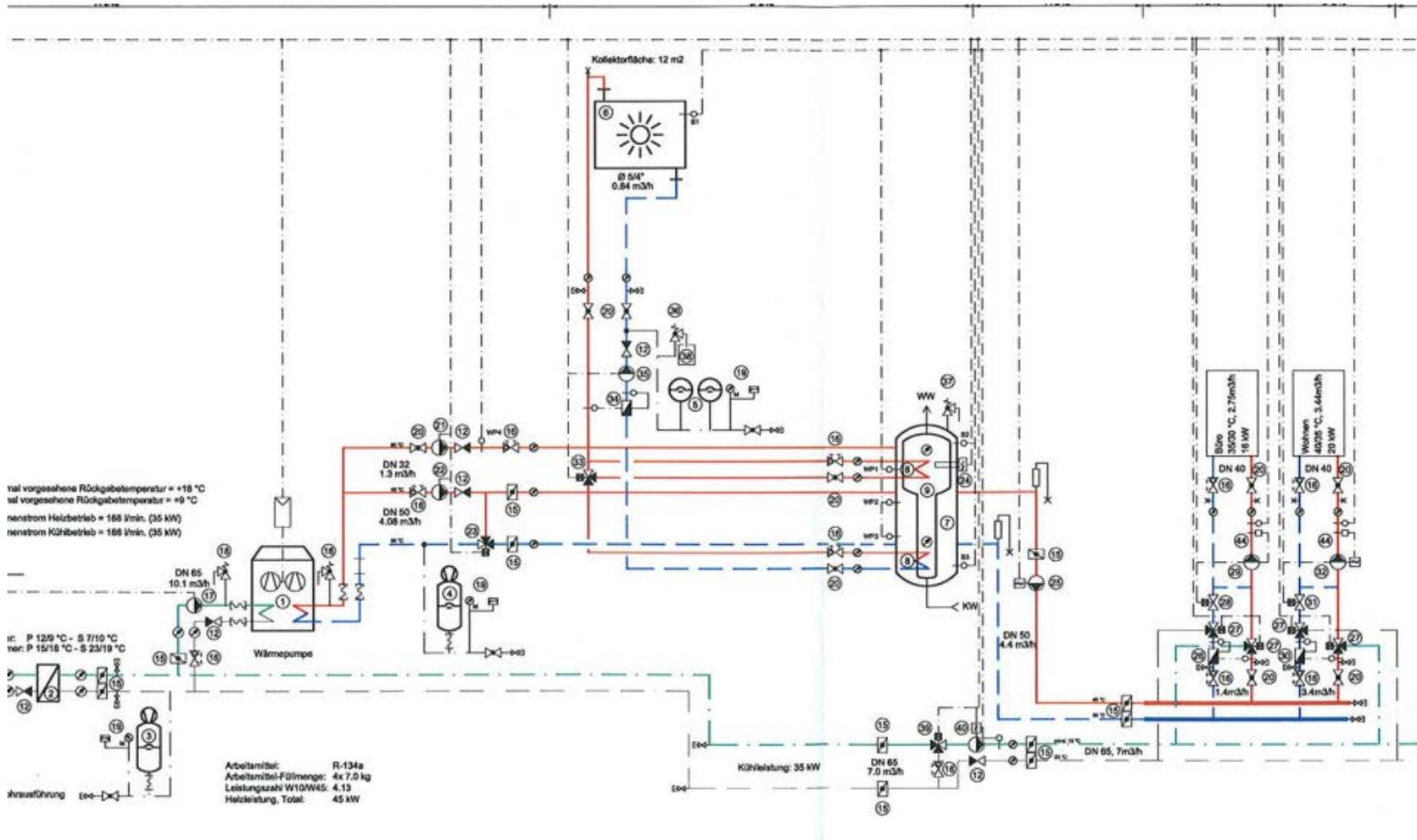
### Röhrenkollektor direkt durchströmt

Stagnationstemperatur: 190 bis 270°C, (350°C mit Reflektoren, «Sydneyröhren»). Anfällig für Solarüberschuss und problematisches Stillstandsverhalten (Wasser/Glykol in den Röhren)

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

- MFH in Basel mit 3 luxuriösen Wohnungen (je 2 Badezimmer mit Dusche und Badewannen sowie 3 separat WC's) und Architekturbüro
- Solaranlage für TWW und Heizung; 12 m<sup>2</sup> (Absorber) Vakuum Röhrenkollektoren, flachliegend, direktdurchflossen
- Speicher: Solarspeicher 2'200 Liter mit integriertem TWW-Speicher 555 Liter
- Hauptwärmeerzeuger: Grundwasser Wärmepumpe
- Baujahr 2007
- Totalausfall der Solaranlage; komplette Zersetzung des Glykols (Vercracken)
- Schaden festgestellt im 2014 bei einer - zum ersten mal! - durchgeführten Servicekontrolle durch eine auf Solaranlagen spezialisierten Firma

# FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

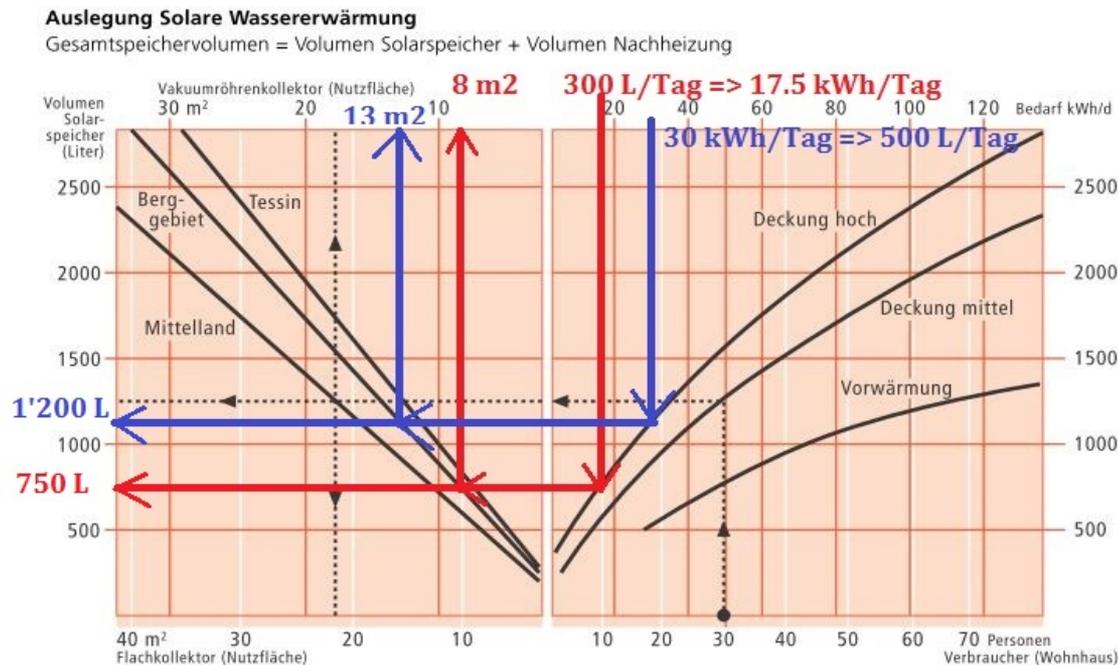


## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

Ursachen: Tatsächlicher TWW Bezug deutlich kleiner als gemäss üblicher Dimensionierung.

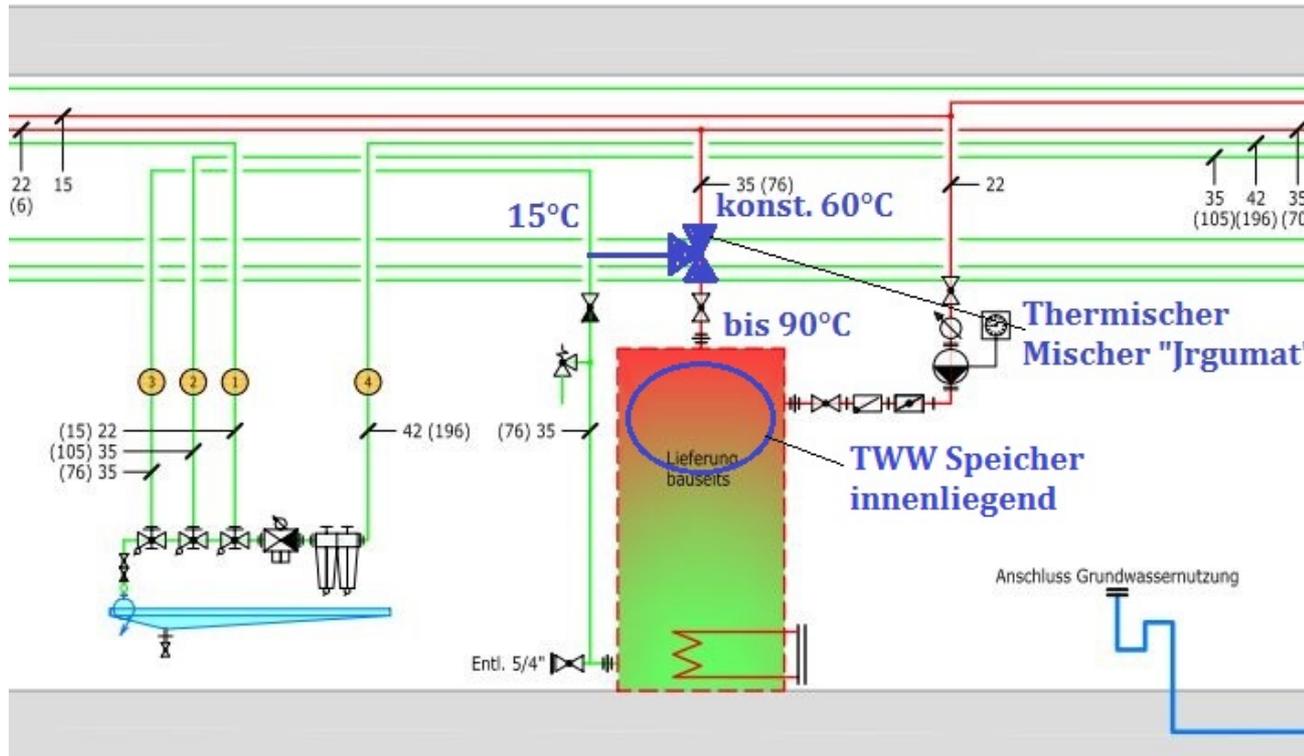
Projekt: 500 Liter à 60°C / Tag

Messung: 288 Liter à 60°C / Tag



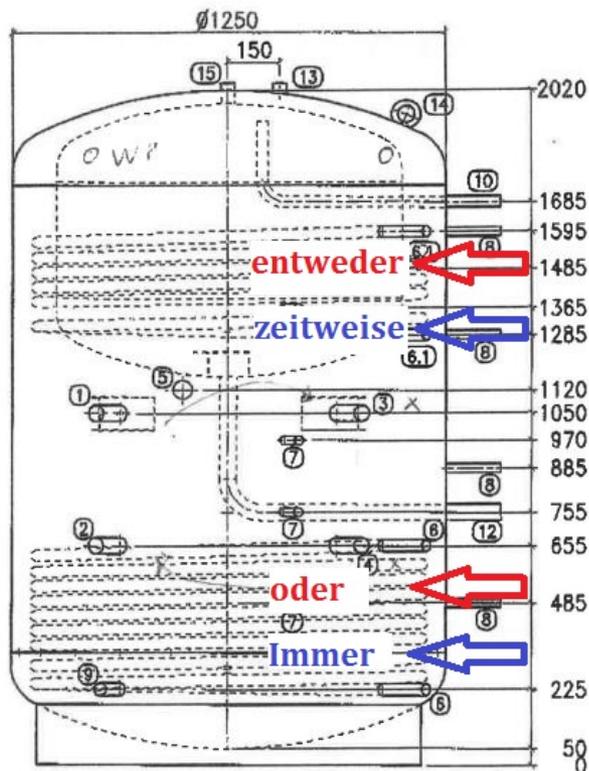
## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

Ursachen: Sperrung der Anlage, wenn Speicher auf 60°C.  
 Grund: kein thermischer Mischer im TWW



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

Ursachen: falsch angefahrene Solarregister



falsch:  
«entweder, oder»

richtig:  
«zeitweise, immer»

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

Ursachen: Ausdehnungsgefäß zu klein und Vordruck zu gering

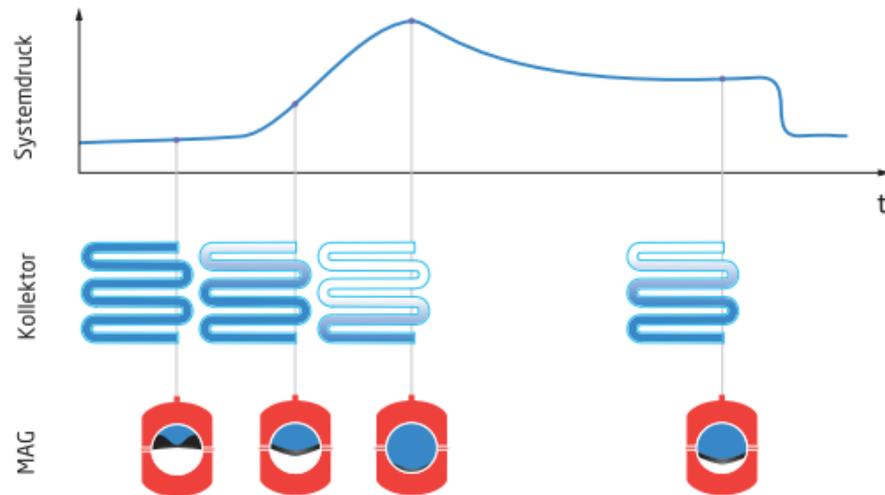
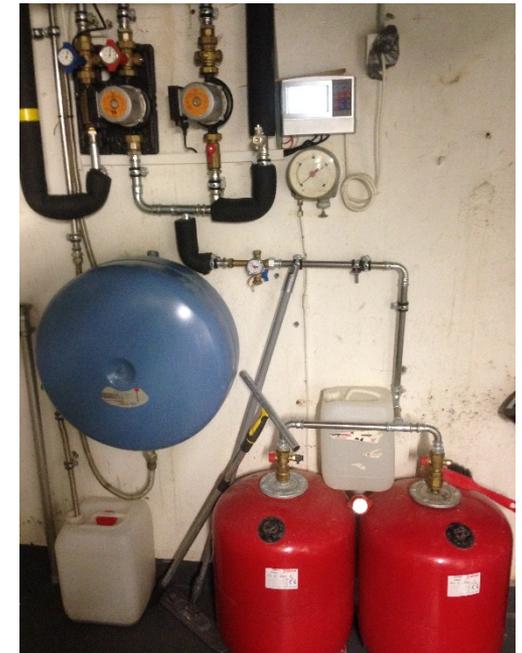
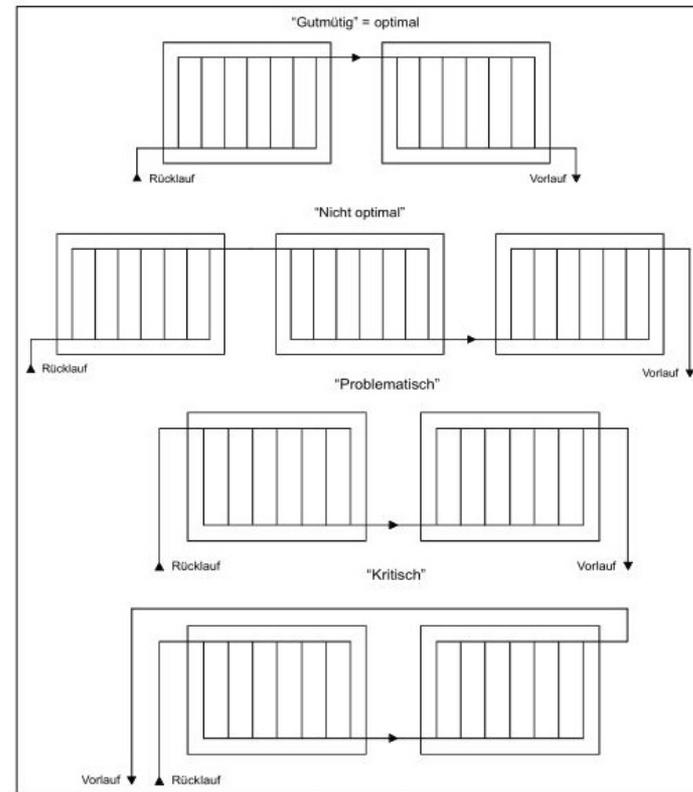


Abbildung 4-19  
Dampfverteilung im  
Kollektor sowie Füllgrad  
des MAGs vor und  
während Stagnation



# FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

Ursachen: Kollektorverrohrung nicht stillstandssicher



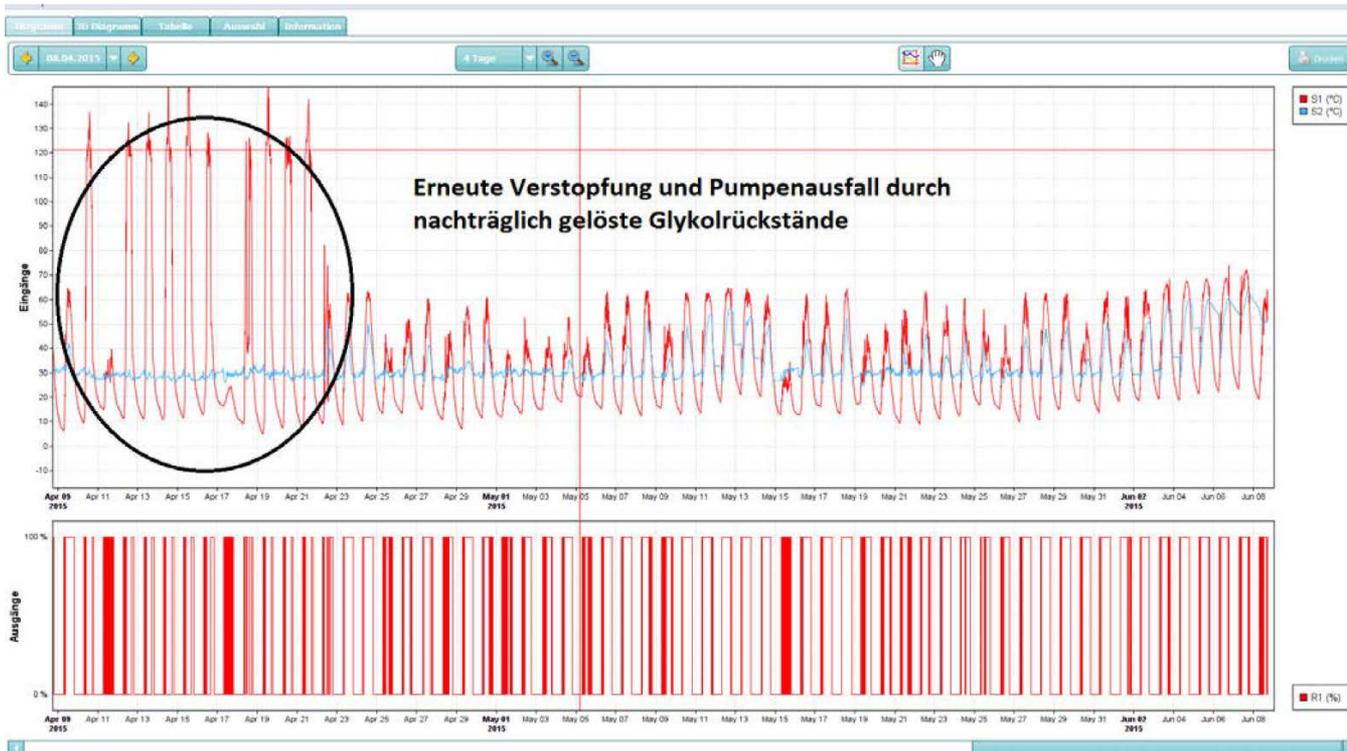
**Bild 75:** Verschaltungsmöglichkeiten von Kollektoren mit prinzipieller Bewertung des Ausdampfverhaltens im Stagnationsfall

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1

### Massnahmen

- Anlage umfassend mit Speziallösemittel gespült
- Einbau thermischer Mischer, Sperrung der Anlage erst bei 90°C
- Korrekte Einbindung der Solarregister im Speicher (komplett neue Solargruppe)
- Grösseres Ausdehnungsgefäss
- Neuer Solarregler mit erweiterten Funktionen (SMS Alarmübermittlung, Datenspeicher, Überwachung VL/RL, Nachtauskühlfunktion usw.)
- Nicht umgesetzt: Anschluss KWM und GWM ans TWW, anheben Kollektorfeld
- Total Umbaukosten: CHF 26'000.– (Anlage-Neuwert ca. CHF 35'000.--)

# FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 1



- Anlage läuft seit Frühjahr 2015 problemlos

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

- MFH in Basel mit 31 Wohnungen; 84 Personen
- Solaranlage für TWW Vorwärmung; 90 m<sup>2</sup> Flachkollektoren, Süd-Süd-Ost, Aufstellwinkel 30°
- Speicher: 2 Trinkwasserspeicher à 2'000 Liter, erster Speicher mit Solarregister
- Hauptwärmeerzeuger: Fernwärme
- Baujahr 2006
- Totalausfall der Solaranlage; Dampfbildung, Zersetzung des Glykols (Vercracken)
- Erste Probleme ca. 5 Jahre nach der Inbetriebnahme festgestellt

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

### Protokoll Schadensverlauf Betreiber:

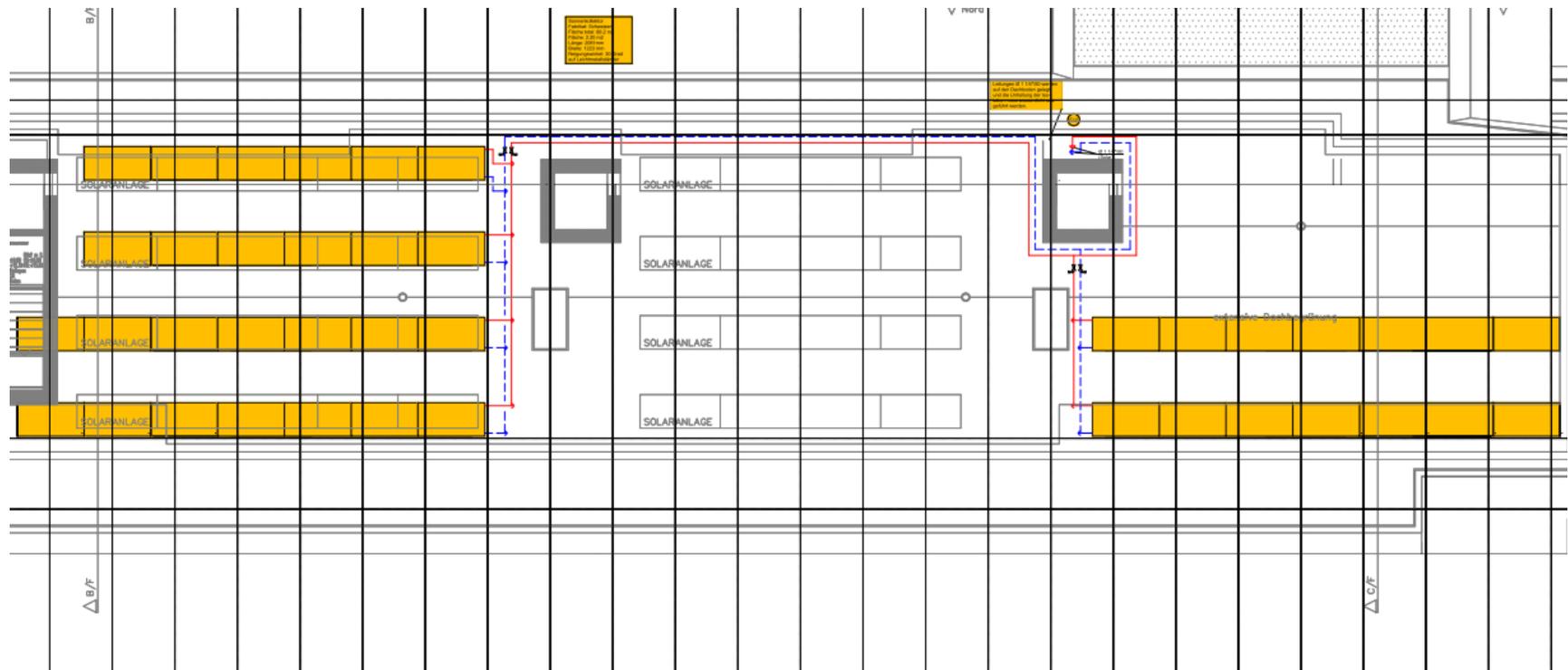
Datum		Kosten in CHF
1.3.2011	Solaranlage spülen, entlüften, eingestellt auf -25 Grad. (Doncal 20, Boss Chemie, Propylenglycol)	2358
November 2011	PVC und Armaflexisolation von Raben zerknabst. Neue Isolation und abnehmbare Blechverkleidungen. Entlüftungen zugänglich.	3521
8.11.2012	Solarboiler undicht, Flanschschrauben nachgezogen.	148
13.4.2013	Überprüfung der Anlagen. Prüfbericht positiv. Kleine unwesentliche Mängel.	756
16.5.2013	Neuer Deckel für Solarboiler	396
20.8.2013	Reparatur defekter Kollektoranschluss. Anlage entleert und neu befüllt. Anlage unter Dampf, Kondenswasser am Boden im Untergeschoss.	5283
22.8.2013		2086
15.5.2014	Wärmezähler Solareinspeisung ersetzt	2030
8.5.2015	Bride an Entlüftungshahn undicht. Anlage unter Dampf, Kondenswasser im Untergeschoss.	3695
10.7.2015	Anlage wieder unter Dampf Bride geplatzt. Kondenswasser im Untergeschoss.	
23.7.2015	Anlage wurde mit Wasser gefüllt und läuft seit dem mit Wasser.	

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

Ursachen: Kein hydraulischer Abgleich möglich



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

Ursachen: Zu kleines Solarregister

Ist: 8m<sup>2</sup>, Glattrohr

Soll: 90m<sup>2</sup> Kollektorfläche \* 0.25 m<sup>2</sup> Register/m<sup>2</sup> Kollektorfläche  
= 22.5 m<sup>2</sup>

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

Ursachen: zu geringes, beladbares, Speichervolumen

Ist: 1 x 2'000 Liter mit Register

Soll: 84 Personen x 60 bis 90 Liter/Person  
 = 5'000 bis 7'500 Liter

Richtwerte für die benötigte Kollektornutzfläche und das Speichervolumen.

Anzahl Verbraucher	m <sup>2</sup> Kollektornutzfläche	Grösse des Wassererwärmers
bis 20 Personen	1.0 – 1.5 m <sup>2</sup> /Person	80 – 120 l/Person
20 – 100 Personen	0.5 – 1.1 m <sup>2</sup> /Person	60 – 90 l/Person
> 100 Personen	0.4 – 0.8 m <sup>2</sup> /Person	40 – 70 l/Person

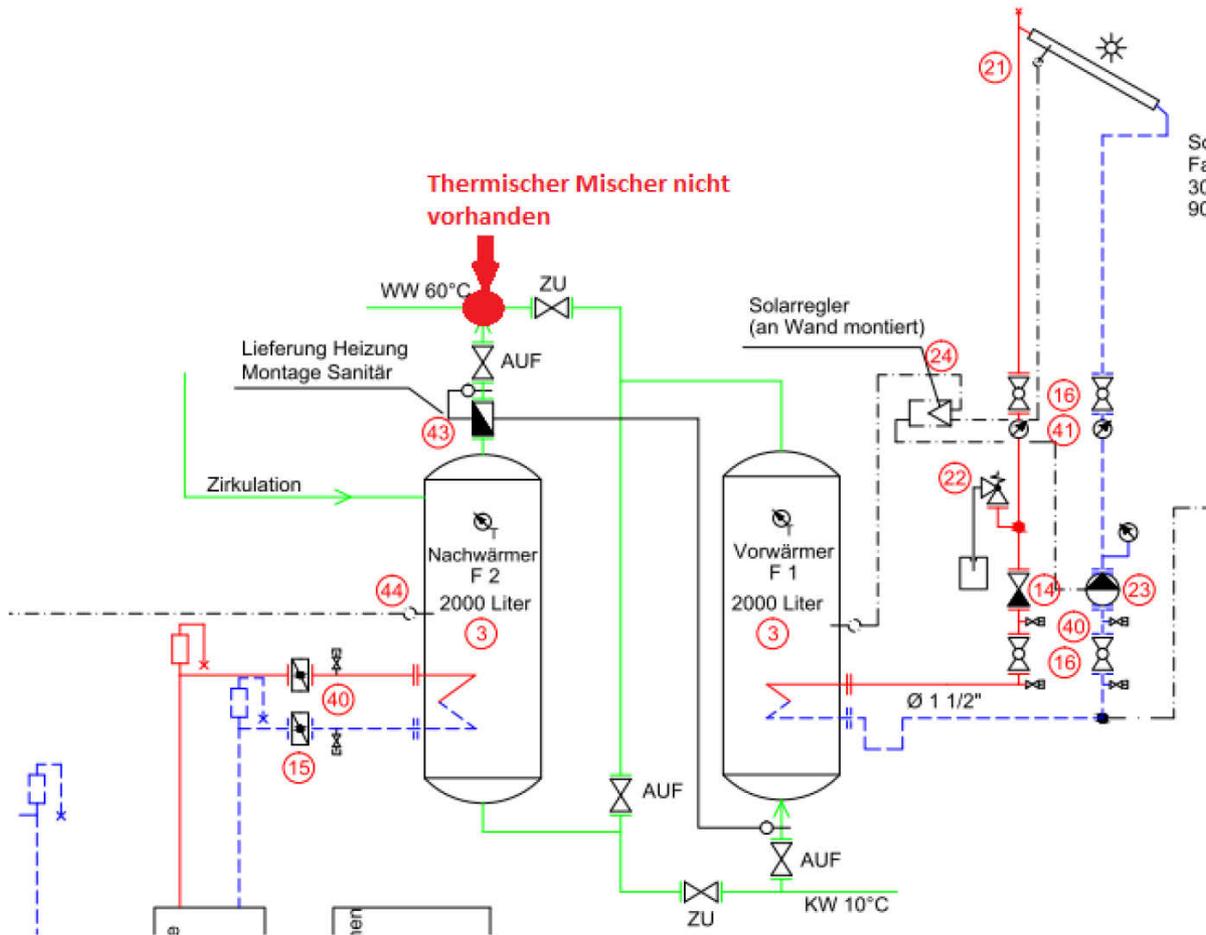
## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

Ursachen: Verrohrung Kollektorfeld nicht stillstandssicher (keine Selbstentleerung)



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

Ursachen: kein thermischer Mischer im TWW Abgang



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

Ursachen: zu kleines Ausdehnungsgefäss

Ist: 300 Liter

Soll: 500 Liter (entspricht auch dem Planungswert)

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 2

Massnahmen (noch nicht umgesetzt):

- Anlage umfassend mit Speziallösemittel spülen
- Anpassen Verrohrung Kollektorfeld (Strangregler, Beseitigung Überbogen, Wärmedämmung)
- Reinigung Solarspeicher (entkalken)
- Reinigung der Kollektoren (Gläser)
- Zusätzliches Solarregister im 2. Speicher. Alternativ: externer Wärmeübertrager
- Erweiterung Ausdehnung um ein 300 Liter Gefäss
- Einbau thermischer Mischer und anpassen Zirkulationseinführung
- Neuer Solarregler mit erweiterten Funktionen (SMS Alarmübermittlung, Datenspeicher, Überwachung VL/RL, Nachtauskühlfunktion usw.)
- Optional: Anschluss KWM und GWM ans TWW, Anheben Kollektorfeld, Solar Doppelpumpe
- Total Umbaukosten (Budget, ohne Optionen): CHF 35'000.– (Anlagen Neuwert ca. CHF 140'000.--)

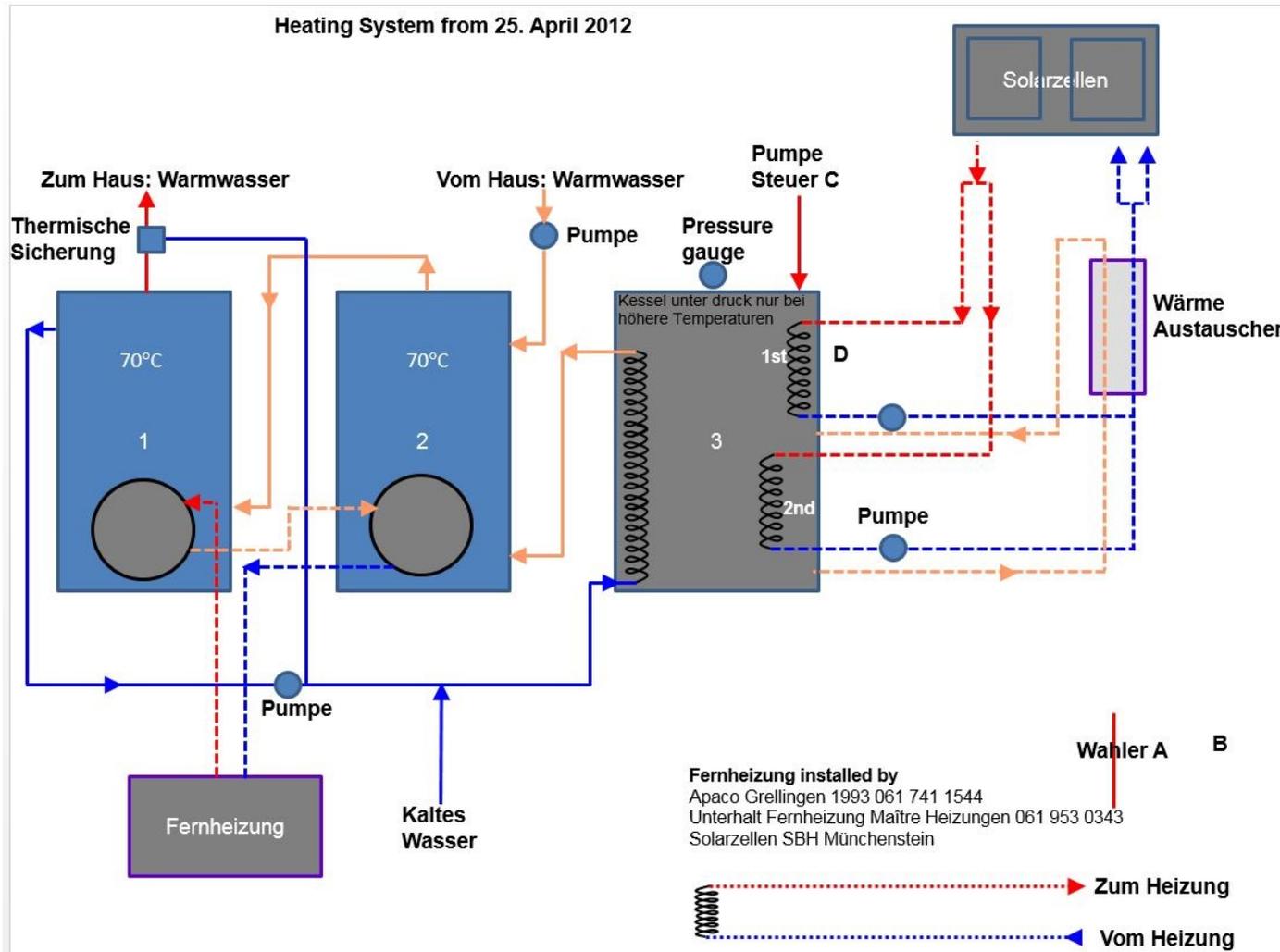
## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 3

- MFH in Basel mit 28 1-Zimmer Wohnungen
- Solaranlage für TWW Vorwärmung; 37 m<sup>2</sup> Absorberfläche  
Vakuurröhren (Heatpipe), Aufstellwinkel 15°
- Speicher: ein Kombispeicher 1'000 Liter und 2  
Trinkwasserspeicher à 500 Liter, Umschichtung
- Hauptwärmeerzeuger: Fernwärme
- Baujahr 2012
- Äussere Schäden im 2013 «zufällig» festgestellt bei  
Dachrundgang in anderer Sache

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 3



# FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 3



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 3

### Ursachen:

- Für TW Vorwärmung überdimensioniertes Kollektorfeld (Vakuurröhren!)
- Vorhandenes Speichervolumen nur bedingt nutzbar (Umschichtung)
- Auffällig schlechte Ausführungsqualität
- Einsatz ungeeigneter Materialien (PE Rohre, normales Armaflex)
- Zu komplexe Hydraulik und Regelung
- Kollektorfeld hydraulisch nicht abgleichbar
- Anlage nur bedingt stillstandssicher (keine Selbstentleerung)

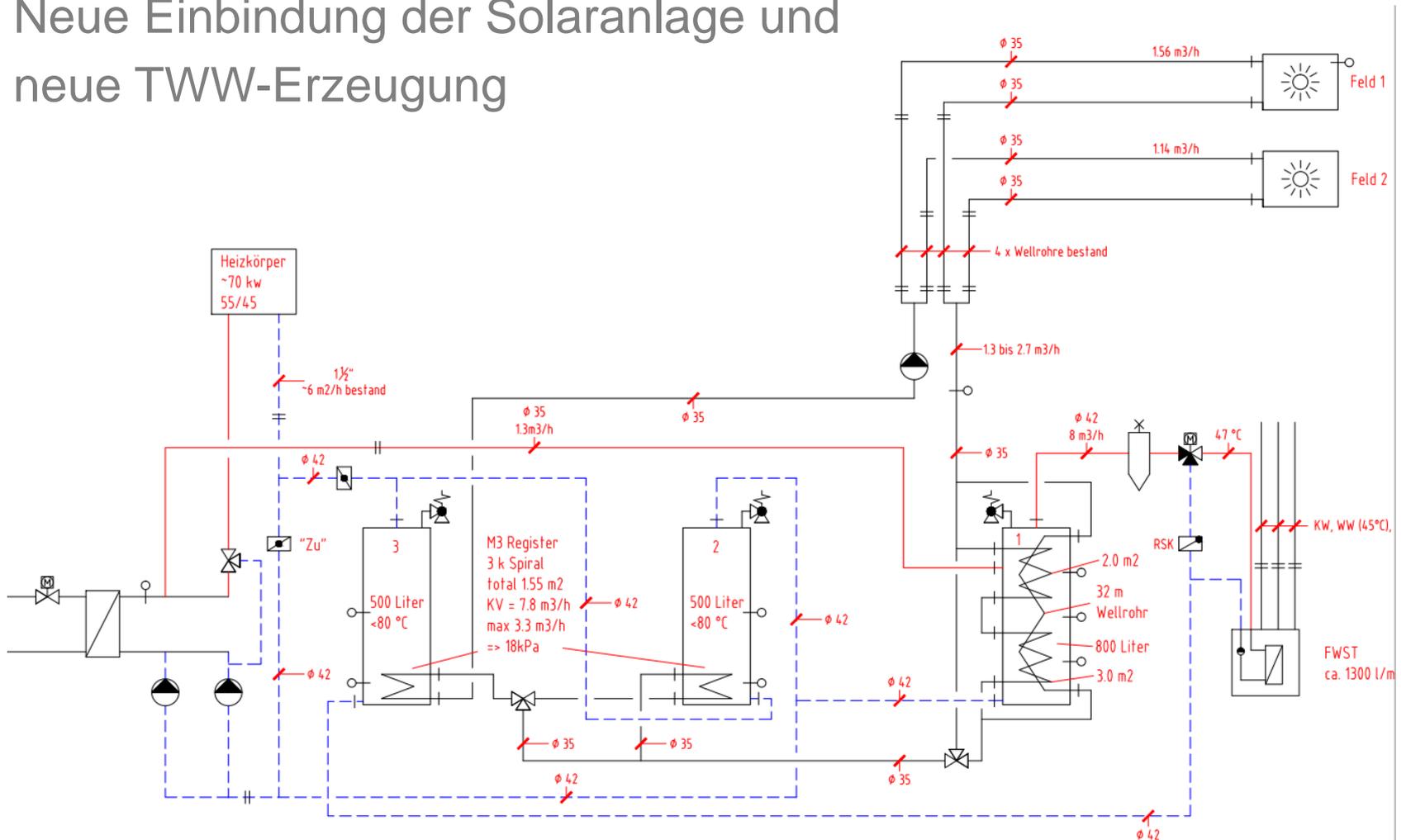
## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 3

Massnahmen (aktuell in Umsetzung):

- Anlage umfassend mit Speziallösemittel spülen
- Kompletter Ersatz der Kollektorfeld Verrohrung
- Einbindung der 3 Speicher als Heizwasserspeicher; somit auch solare Heizungsunterstützung
- TWW Bereitung mit Frischwasserstation
- KWM neu an TWW angeschlossen
- Neuer Solarregler mit erweiterten Funktionen (SMS Alarmübermittlung, Datenspeicher, Überwachung VL/RL, Nachtauskühlungsfunktion usw.)
- Offerte über gesamte Massnahmen: CHF 65'000.–  
(Anlagen-Neuwert ca. CHF 90'000.– inkl. TWW)

# FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 3

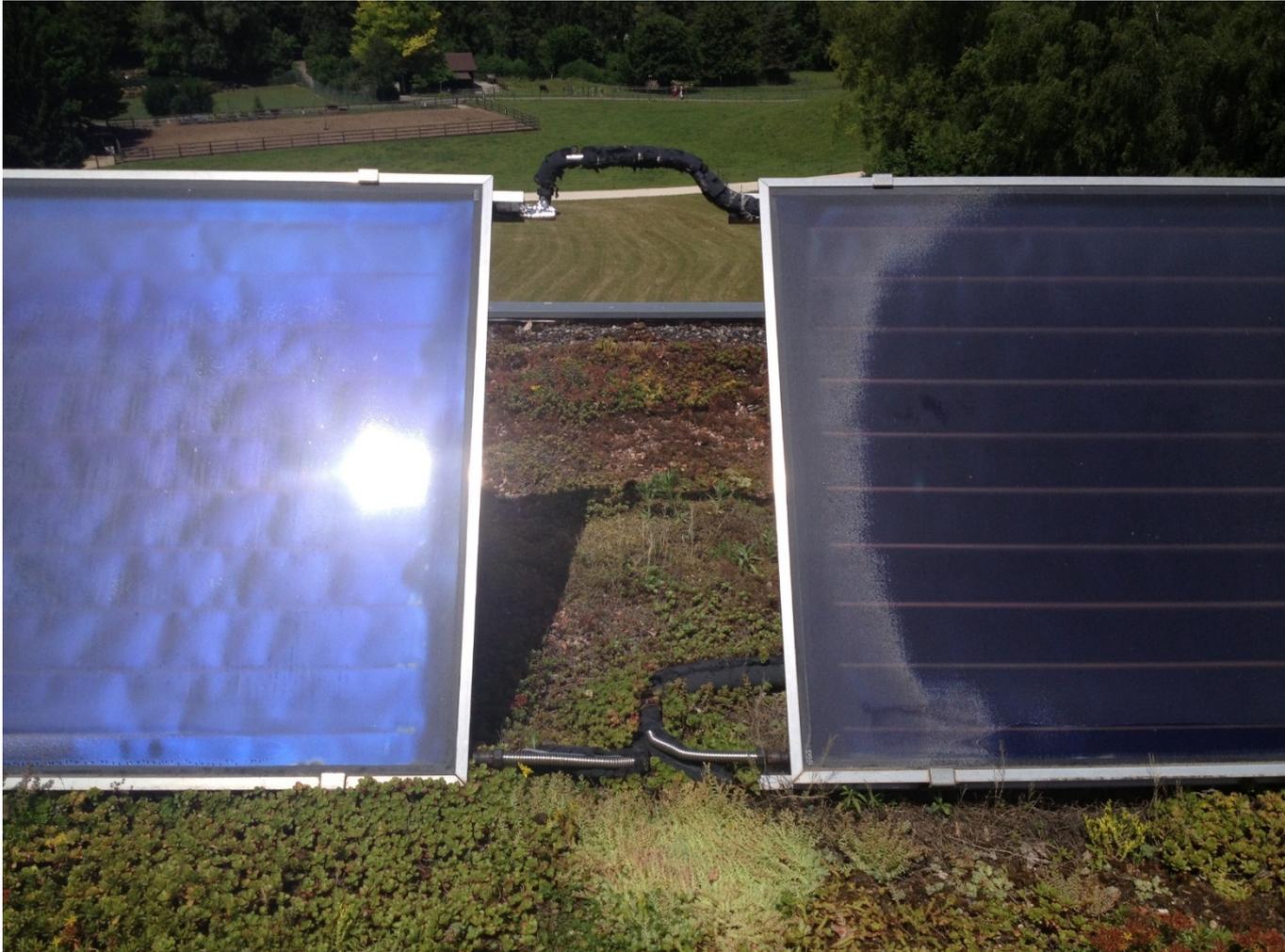
## Neue Einbindung der Solaranlage und neue TWW-Erzeugung



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 4

- Minergie P Reihen-EFH Siedlung in Liestal BL, Baujahr 2004
- Solaranlage für TWW Erwärmung und Heizungsunterstützung; 4.5 m<sup>2</sup> Flachkollektoren, Aufstellwinkel 50° (nur ein Gebäude)
- Speicher 1'000 Liter mit innenliegendem TWW Speicher (Rossnagel)
- Hauptwärmeerzeuger: Holzpelletkessel im Quartierverbund
- Feststellungen erfolgten «zufällig»
- Anlage an trübem Regentag in Betrieb
- Nachtauskühlung durch freie Zirkulation
- Datenanalyse zeigt ein unruhiges Betriebsverhalten (Ein/Aus) und teilweise sehr hohen Kollektortemperaturen
- starke Beschädigungen der Isolation der Kollektorverrohrung (Tierversbiss)

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 4

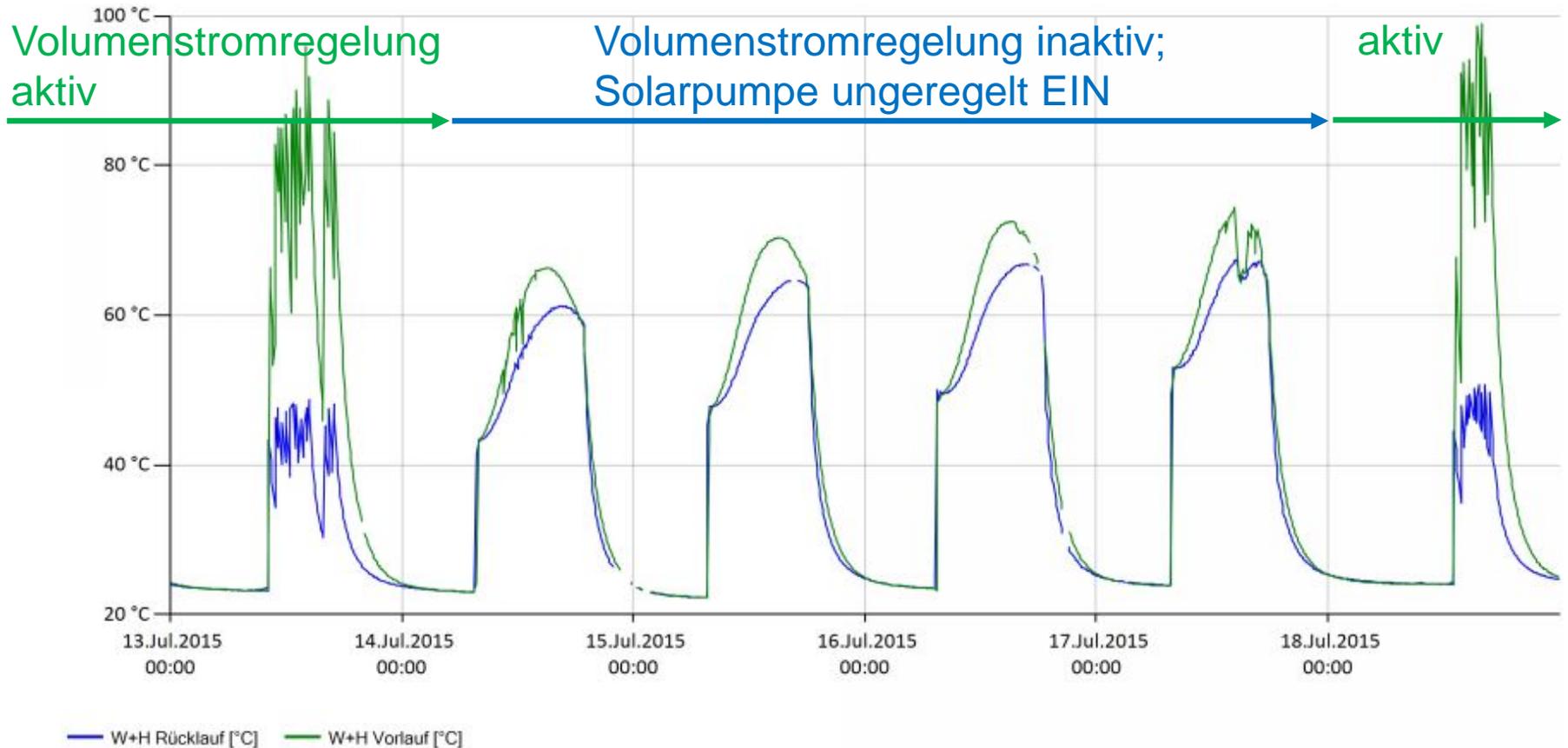


## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 4

### Ursachen:

- Betrieb ohne Einstrahlung  
=> defekter Kollektorfühler (Vogelverbiss)
- Nachtauskühlung  
=> defekter Rückschläger
- Unruhiges Betriebsverhalten und hohe Kollektortemperaturen  
=> falsch positionierter Kollektorfühler zwischen erstem und zweitem Kollektor (Serieschaltung)

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 4



## FÄLLE AUS DER PRAXIS; FALL 4

### Massnahmen:

- Anlage umfassend gespült und neu befüllt
- Neuer Solarregler mit erweiterten Funktionen (Datenspeicher, Überwachung VL/RL, Nachtauskühlfunktion usw.)
- Ersatz Kollektorfühler
- Ersatz Rückschläger
- Einschalten über Kollektorfühler und Volumenstromregelung anhand des VL Fühlers
- Erneuerung Isolation der Kollektorfeld Verrohrung und Anbringen eines Verbisschutzes (Maschendraht)
- Gesamte Massnahmen: CHF 6'000.– (Anlagen Neuwert ca. CHF 10'000.--)

## FÄLLE AUS DER PRAXIS; ZUSAMMENFASSUNG

- oft sehr spätes und nur zufälliges Entdecken der Probleme
- häufig Probleme durch Anlagenstillstand bzw. schlechtes Stillstandsverhalten
- zu kleine Expansion, zu kleine Solarregister, zu kleine Speicher
- fehlende thermische Mischer im TWW
- zu komplexe, problematische Hydraulik und Regelung
- falsche hydraulische Einbindung
- fehlende hydraulische Abgleichmöglichkeit (Kollektorfelder, Kollektoren)
- falsch positionierte und befestigte Kollektorfühler
- ungeeignete Materialien (Tier-Verbiss, thermische Belastung, Feuchtigkeit)
- zu hohe Planungswerte für TWW Bedarf
- (zu) einfache Solarregler ohne Alarmübermittlung, teilweise «selber» programmiert
- fehlende Kontrollen, Wartung und Unterhalt sowie Anlagendokumentationen

## TIPPS FÜR BAUHERREN UND BETREIBER

- mit ausgewiesenen, professionellen Solarfirmen arbeiten (Referenzen an- und nachfragen)
- Systeme möglichst einfach gestalten
- Problemloses Stillstandsverhalten sicherstellen (Bestätigung Installateur)
- Vorsicht mit Vakuumröhren, insbesondere bei direktdurchflossenen
- Regler mit Datenaufzeichnung und, bei grösseren Anlagen, mit Fernalarmierung
- Vollständige Anlagendokumentation (Hydraulik Schema; Datenblätter von Kollektoren, Speicher, Pumpen usw.)
- Regelmässige Kontrollen, Wartung und Unterhalt. Im Betriebsbudget einrechnen!
  - regelmässige Kontrollgänge, z.B. durch Hauswart (1 mal im Monat)
  - periodische Inspektion/Wartung/Unterhalt durch Solarprofi (alle 1 bis 4 Jahre; je nach Anlage)
- Anlagentagebuch führen, bzw. vor Ort zum Eintragen auflegen
- Protokolle aller Arbeiten (Kontrolle, Wartung, Unterhalt) erstellen (lassen)
- Instruktion über die Bedienung und Kontrollen durch Solarprofi

## TIPPS FÜR BAUHERREN UND BETREIBER

Investieren Sie anstelle einer «mini» Bausatz-Anlage in eine grosszügig dimensionierte, fachgerecht und sauber ausgeführte Solaranlage für Trinkwarmwasser und Heizungsunterstützung. Über die Lebensdauer der Anlage (Kollektoren 30 Jahre, Speicher > 50 Jahre) ist dies die Energie- sowie Kostengünstigere, und nervenschonendere, Variante

# INFORMATIONEN ÜBER SOLARTHERMIE

Bundesamt für Energie

## Dimensionierung von Sonnenkollektoren

**1 Einleitung**

Die korrekte Dimensionierung von Solaranlagen ermöglicht den umweltgerechten und wirtschaftlichen Einsatz von Solaranlagen. Solaranlagen leisten einen wichtigen Beitrag zur rationellen Energieerzeugung in Gebäuden. Solaranlagen benötigen Wärmeenergie. Dieses Merkblatt enthält die wichtigsten Informationen zur Dimensionierung von Solaranlagen.

**2 Vorgehen**

Das untenstehende Schema zeigt die Dimensionierung von Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung ohne Heizungsunterstützung.

**Vorgehen bei der Dimensionierung**

Vorbereitung mit dem SIA 385/3

Messungen der bestehenden Anlage

**Sanierungsbedarf**

Bedarfsauswertungen aus dem Bestandsplan

Allgemeine Zuschläge

Heizsysteme

Einbringungsmöglichkeiten für Speicher und bei Notfällen eventuell vorgelagert sind

Platzierungsmöglichkeiten für die Solaranlage

Dimensionierung des Speichers und der Solaranlage

Wüstenrot Stiftung (Hrsg.)

## SOLARTHERMIE

Technische Wirkungsgrade und Dimensionierung für die Solaranlage

Josef Jenni

## Das Solarthermiebuch

mit heliostatischer Deckung Eine Möglichkeit, dank Eigenenergie

3. überarbeitete und erweiterte Auflage

Grundlagen und Nutzung zum Zweck von Solaranlagen mit heliostatischer Deckung aus der Sicht des Praktikers

Josef Jenni Energie

## Mit Solarthermie zur Sicherheit

## Leseprobe



# Wie

## erreichen wir die Energiewende konkret?

Josef Jenni

## WIR DANKEN UNSEREN SPONSOREN:

