



Messung und Evaluierung von Solaranlagen im Geschößwohnbau

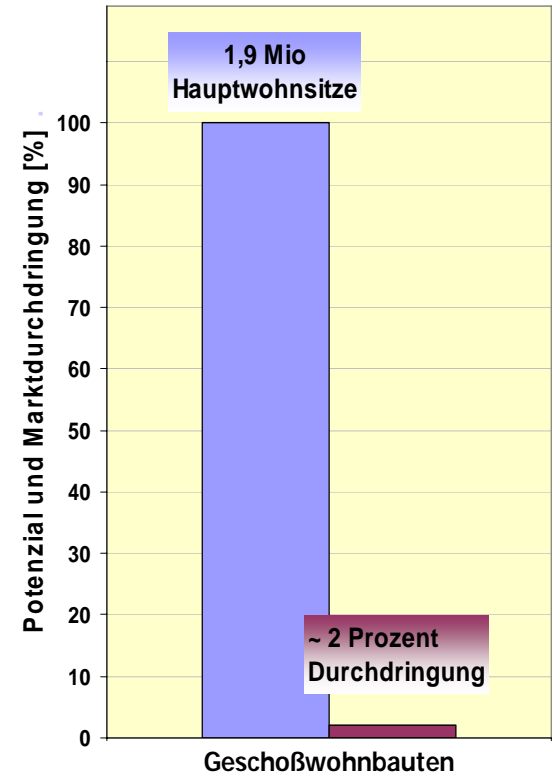
Erkenntnisse für Planung, Ausführung und Betrieb

Christian Fink, Thomas Müller

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien
A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19
AUSTRIA

Solare Marktdurchdringung im Geschößwohnbau

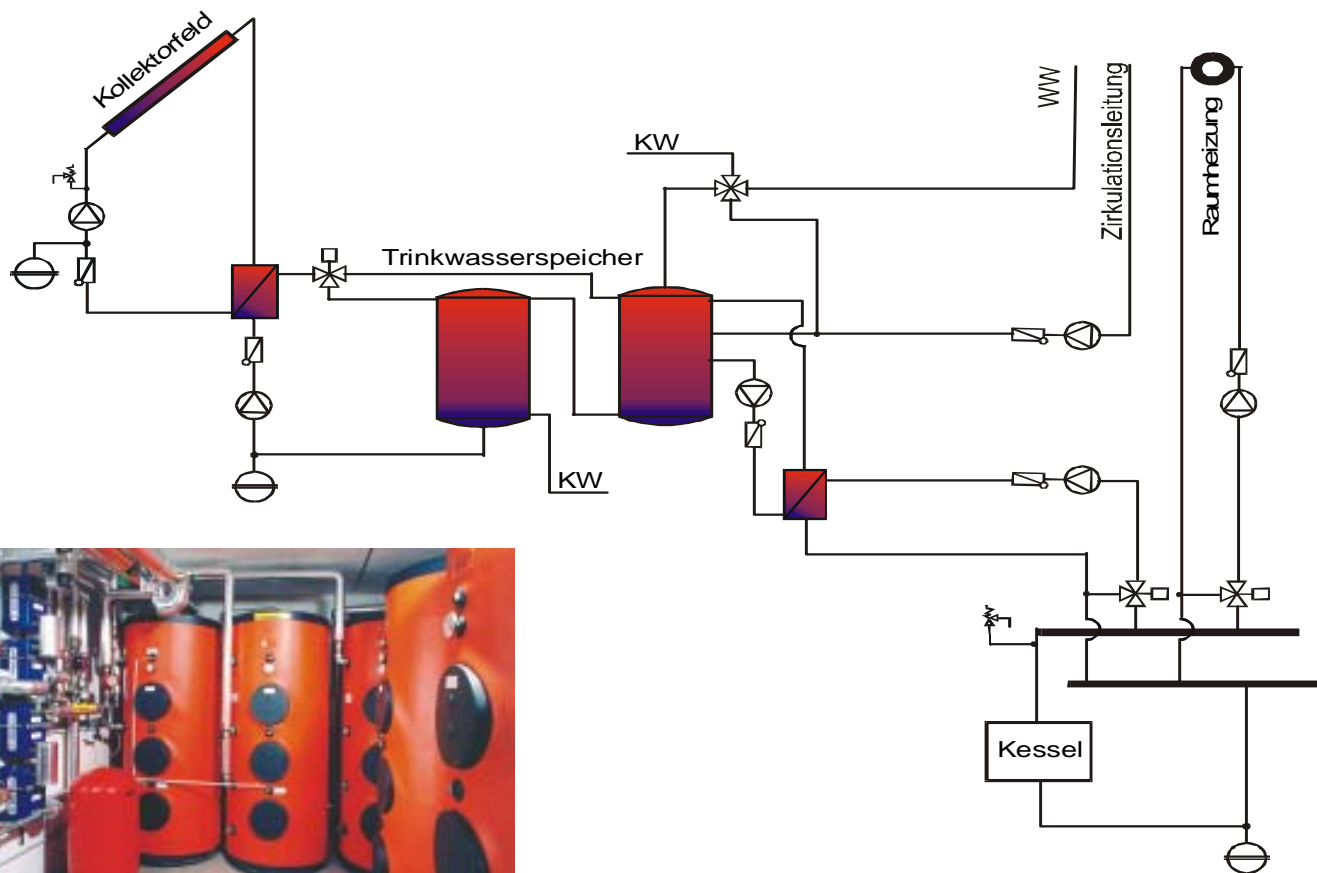
Rund 1.800 Anlagen österreichweit in Betrieb



Entwicklung solarthermischer Systeme im MFH

Solarunterstützte Wärmenetze der 1. Generation

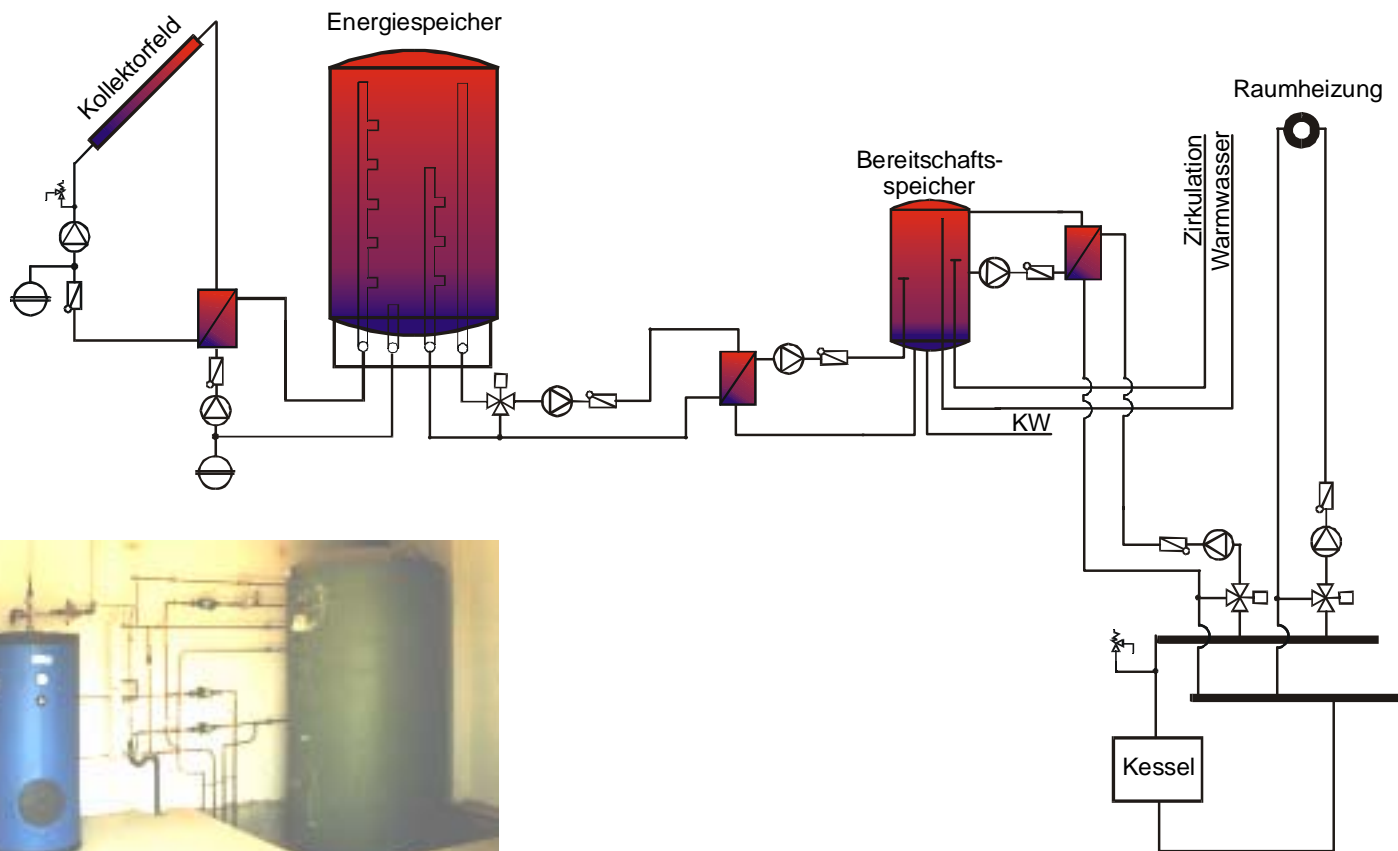
(Verstärkt zu Beginn der 90er bis Ende der 90er Jahre, bei geringer Anzahl von Wohneinheiten auch noch heute)



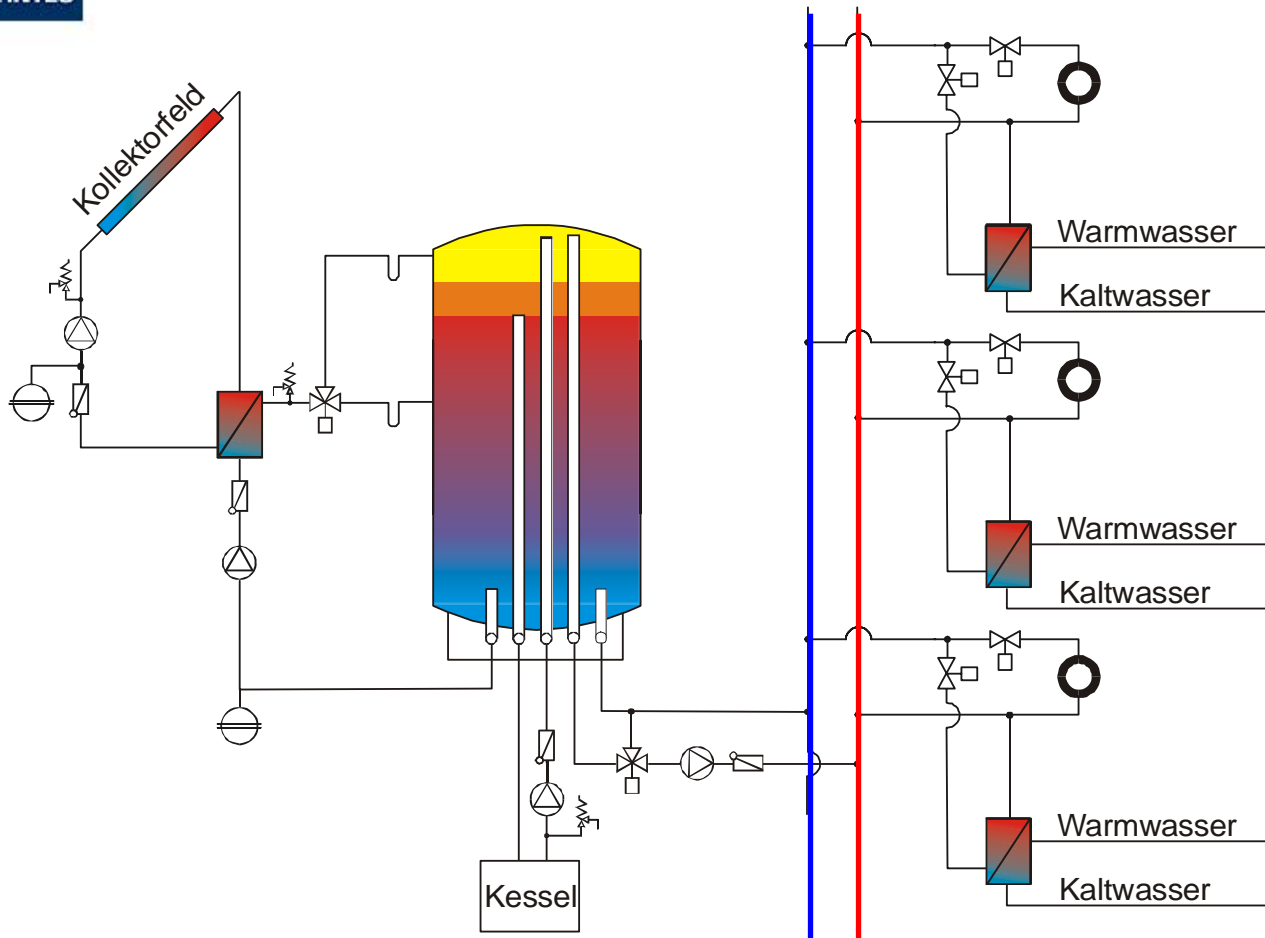
Entwicklung solarthermischer Systeme im MFH

Solarunterstützte Wärmenetze der 2. Generation

(Ab etwa Mitte der 90er Jahre bis heute)

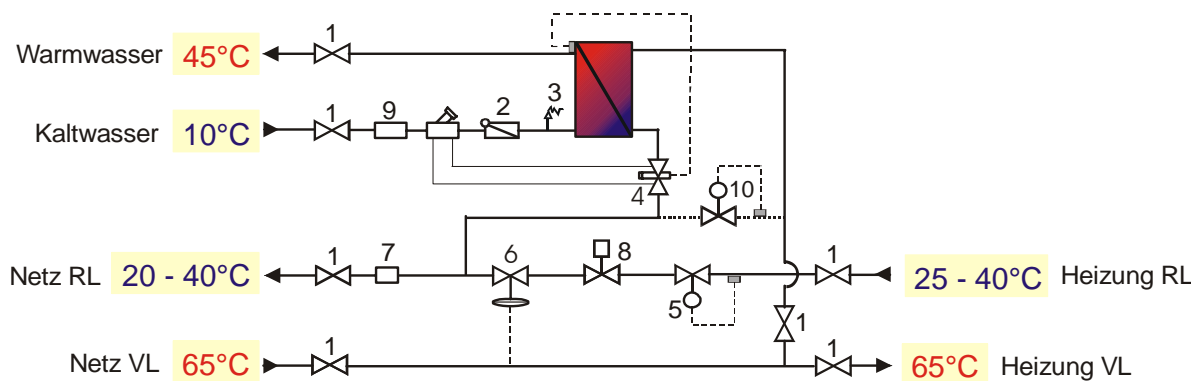


Solarunterstützte Wärmenetze der 3. Generation



- Solarsysteme im Low-Flow-Betrieb in Verbindung mit Einspeichersystemen
- Wärmeverteilung über ein Zwei-Leiter-Netz
- Brauchwassererwärmung dezentral im Durchflussprinzip
- Sinnvoller Einsatz bei geringen und hohen Energiedichten

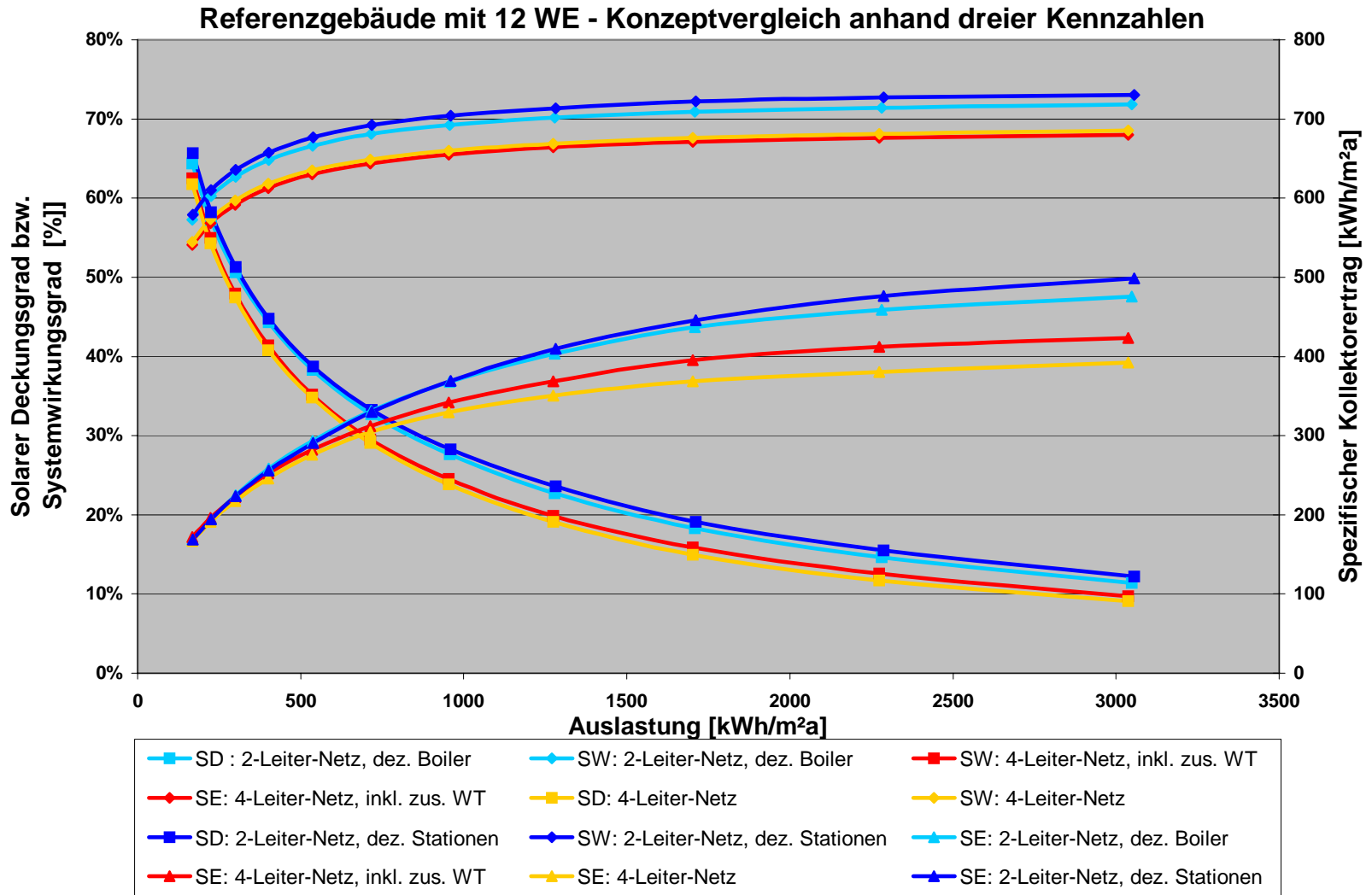
Kompakte Technik auf engstem Raum



- 1 Absperrventil
- 2 Rückschlagklappe
- 3 Sicherheitsventil
- 4 Durchflussgesteuerter Temperaturregler
- 5 Rücklauftemperaturbegrenzer
- 6 Differenzdruckregler
- 7 Zählerpassestück
- 8 Zonenventil
- 9 Passestück Kaltwasser
- 10 Zirkulationsbrücke

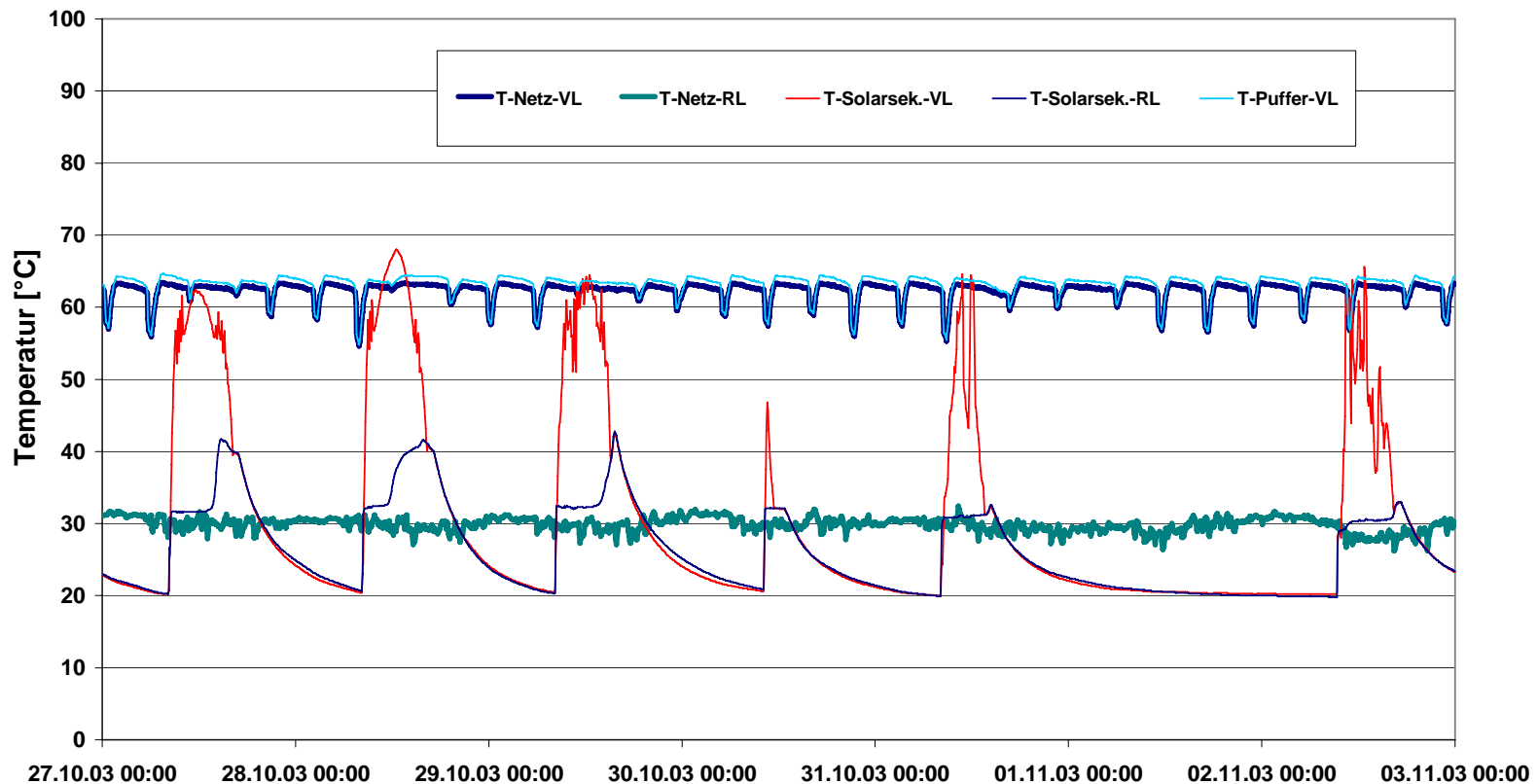


Vorteile von solarunterstützten 2-Leiter-Netzen



Vorteile von solarunterstützten 2-Leiter-Netzen

Rücklauftemperaturen von nahezu konstant 30°C bieten beste Rahmenbedingungen für den Betrieb von thermischen Solarsystemen



Vorteile von solarunterstützten 2-Leiter-Netzen

- ❖ Rücklauftemperaturen von nahezu konstant 30°C bieten beste Rahmenbedingungen für den effizienten Betrieb von thermischen Solarsystemen
- ❖ Verteilverluste werden auf ein Minimum reduziert, wodurch höchste Systemnutzungsgrade erreicht werden
- ❖ Systembedingt kann automatisch eine Unterstützung der Raumwärmeversorgung erreicht werden
- ❖ Umfangreiche Untersuchungen zeigten günstigere Wärmepreise als vergleichsweise bei 4-Leiter-Netzen
- ❖ Komfortsteigerung, da keine Begrenzung des Warmwasserverbrauchs bzw. keine Nachtabsenkung
- ❖ Industriell gefertigte Wohnungsstationen reduzieren die Fehlerhäufigkeit auf ein Minimum und benötigen keine Hilfsenergie
- ❖ Absolut unbedenkliche Wasserhygiene



ÖNORM B 5019 – Hygienerrelevante Aspekte bei zentralen Trinkwasser-Erwärmungsanlagen

Seit Jänner 2007 gilt die neue ÖNORM B 5019, die erhebliche Auswirkungen auf die Planung, Ausführung und den Betrieb von zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen mit sich bringt:

- ❖ Hintergrund: Vermeidung einer mikrobiellen Belastung des erwärmten Trinkwassers, insbesondere mit Bakterien (z.Bsp. Legionellen, Pseudomonaden)
- ❖ Geltungsbereich: Im Besonderen für Kranken- und Kuranstalten, Pflegeeinrichtungen, Badeeinrichtungen, Beherbergungsbetriebe, Gemeinschaftseinrichtungen sowie öffentliche Gebäude
- ❖ Gültigkeitsbereich: Für Neubauten als auch für Altbauten
- ❖ Ausgenommen sind: Ein- und Zweifamilienhäuser sowie dezentrale Trinkwassererwärmungsanlagen, die nur eine Wohnung versorgen



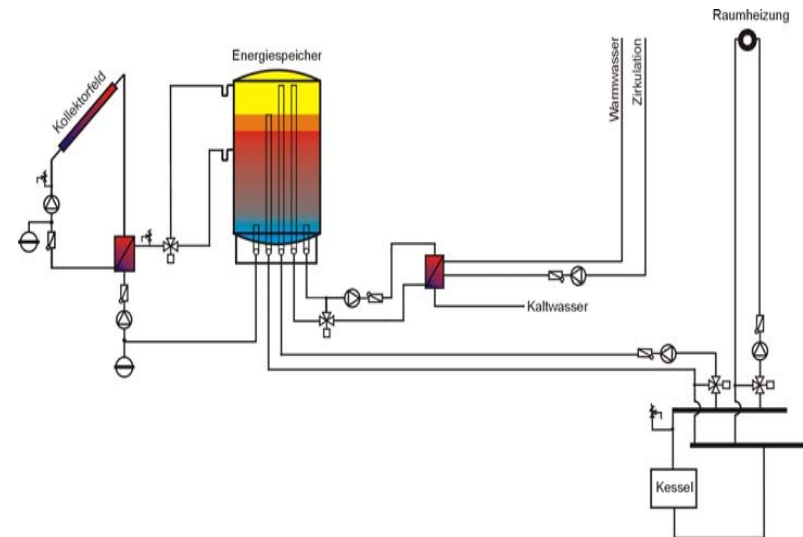
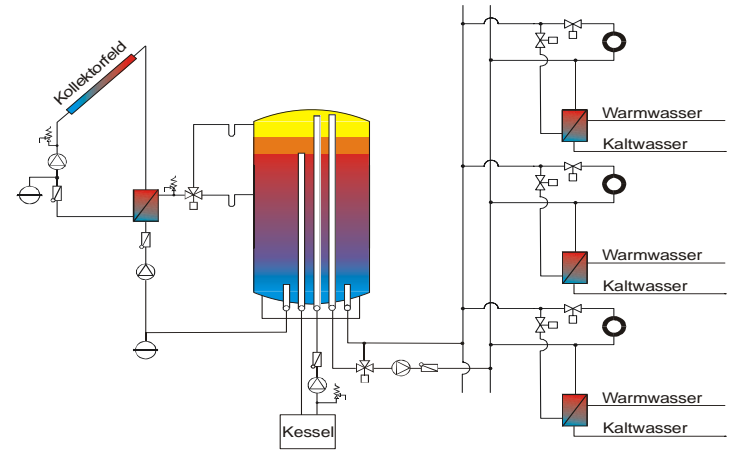
Wesentliche Inhalte der ÖNORM B 5019

- ❖ Generell Anlehnung an die DVGW-Legionellenverordnung
- ❖ Min. 60°C beim Eintritt in das Warmwasserverteilsystem
- ❖ Minimaltemperatur im Warmwasserverteilnetz bzw. der Zirkulationsleitung beträgt 55°C
- ❖ Die Entfernung des Knotenpunkts der Zirkulationsleitung bis zum weitesten Verbraucher darf 6m nicht übersteigen
- ❖ Vorwärmstufen dürfen 55°C nicht unterschreiten – ausgenommen sind 4h Lade- bzw. Aufheizzeit.
- ❖ Thermische Desinfektion der gesamten Warmwasseranlage mit min. 70°C muss möglich sein
- ❖ Temperaturmessnippel bzw. Hähne zur Wasserprobenahme müssen an entsprechenden Stellen vorhanden sein.
- ❖ Verstärkte Auflagen bei der Inbetriebnahme
- ❖ Regelmäßige Messungen (Temperatur und Mikrobielle Untersuchungen) entsprechend der Risikogruppe



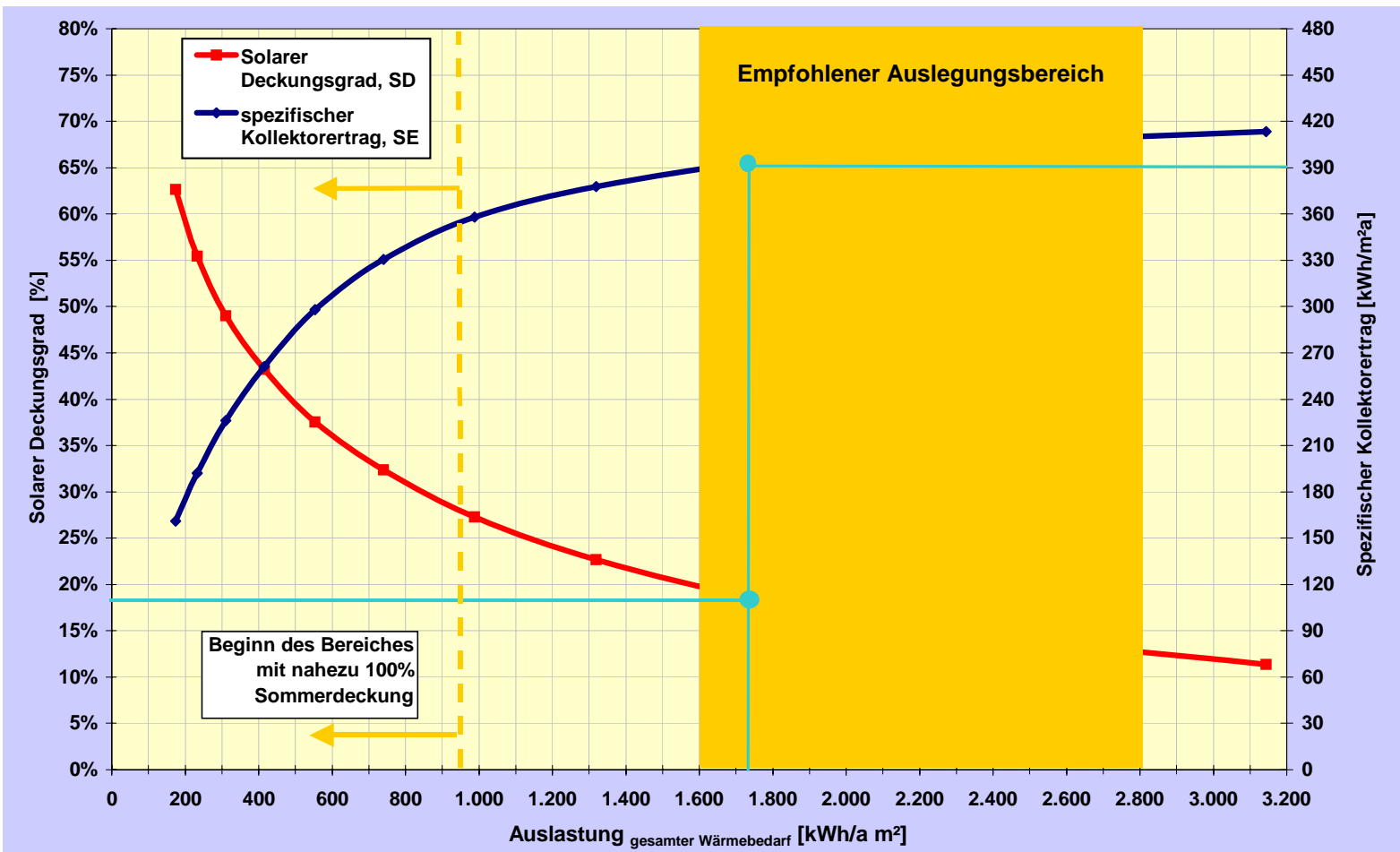
Daraus resultierende Auswirkungen auf Solarsysteme im Geschößwohnbau?

- ❖ Bei Solarunterstützten Zwei-Leiter-Netzen besitzt die ÖNORM B 5019 keine Gültigkeit, da es sich um Anlagen zur dezentralen Trinkwassererwärmung handelt.
- ❖ Werden Vier-Leiter-Netze umgesetzt, gilt die ÖNORM B 5019 und es müssen die umfangreichen Auflagen in der Planung, in der Umsetzung und in der Betriebsführung eingehalten werden.



Ergänzende technische Aspekte zum aktuellen Ausführungsstandard

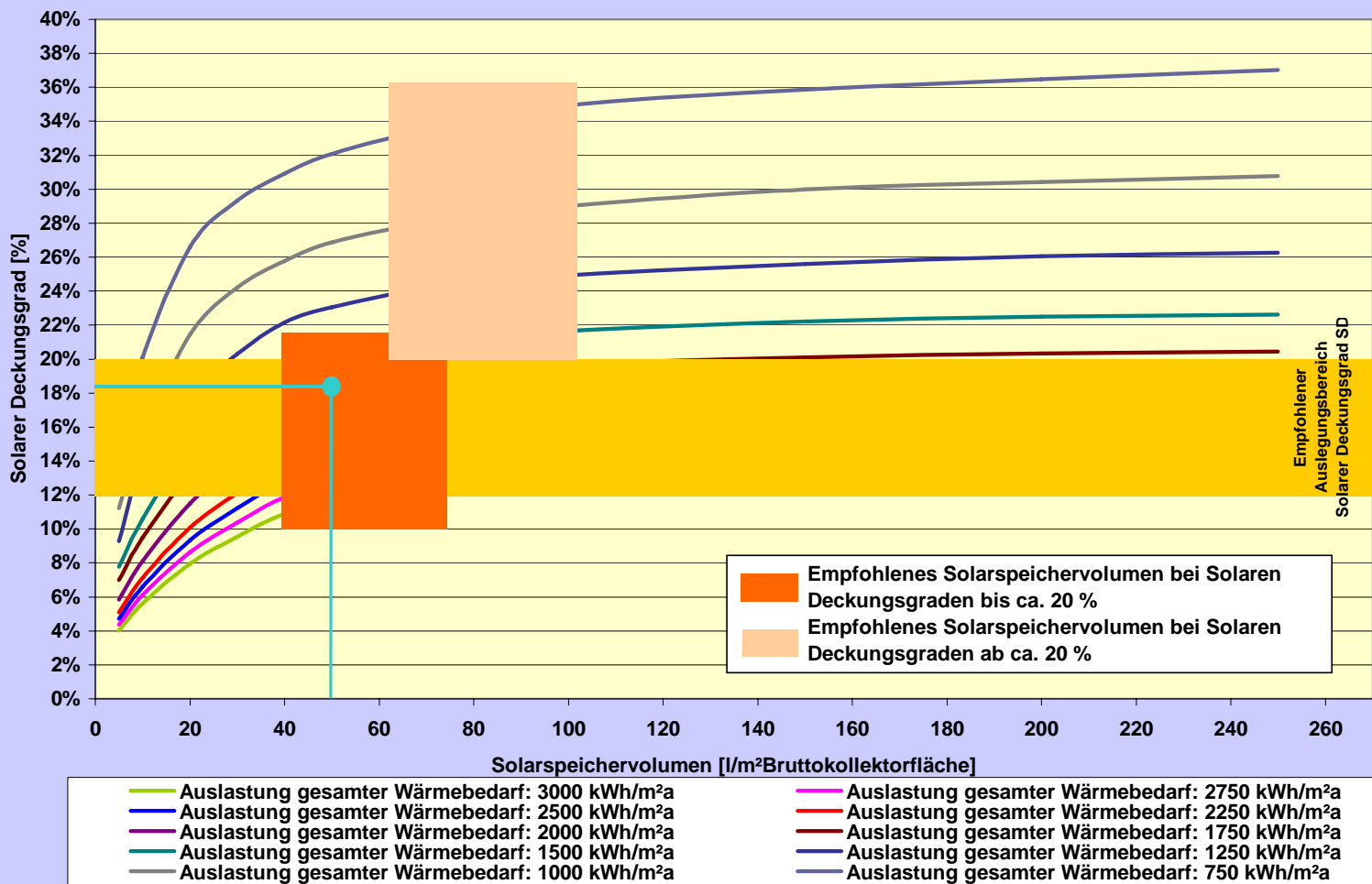
Dimensionierung – Zusammenhang zwischen Solarertrag und solarem Deckungsgrad



Dimensionierung von Kollektorfläche und Speichervolumen

| | Solarer Deckungsgrad am gesamten Wärmebedarf [%] | Solarer Deckungsgrad am Warmwasserbedarf [%] | Kollektorfläche [m² pro Person] | Speichervolumen [Liter / m² Kollektorfläche] |
|--|---|---|---|--|
| Dimensionierung im Kosten/Nutzen-Optimum | ca. 15 bis 20 | ca. 50 bis 60 | 0,9 bis 1,4 | 50 bis 70 |
| Dimensionierung mit nahezu 100% Sommerdeckung | ca. 25 bis 30 | ca. 70 bis 75 | 1,8 bis 2,2 | 60 bis 100 |

Abhängigkeit des Solarspeichervolumens vom solaren Deckungsgrad



Neigungswinkel und Ausrichtung

| Gewünschte Auslegung | Solarer Deckungsgrad | Empfohlene Kollektorneigung | Empfohlene Kollektorausrichtung |
|---|----------------------|-----------------------------|--|
| Dimensionierung im Kosten/Nutzen-Optimum | ca. 12% | 25 bis 40° | möglichst Süd Abweichungen von 45° nach Ost bzw. West tolerabel |
| | ca. 20% | 30 bis 45 | möglichst Süd Abweichungen von 45° nach Ost bzw. West tolerabel |
| Dimensionierung mit nahezu 100% Sommerdeckung | ca. 28% | 40 bis 55 | möglichst Süd Abweichungen von 40° nach Ost bzw. West tolerabel |

- ❖ **Solarsysteme sind hinsichtlich Neigung und Ausrichtung absolut tolerant !**
- ❖ **Entscheidende Faktoren sind hier die Kosten für die Tragkonstruktion!**

Messtechnisch begleiteter Breitentest in der Steiermark

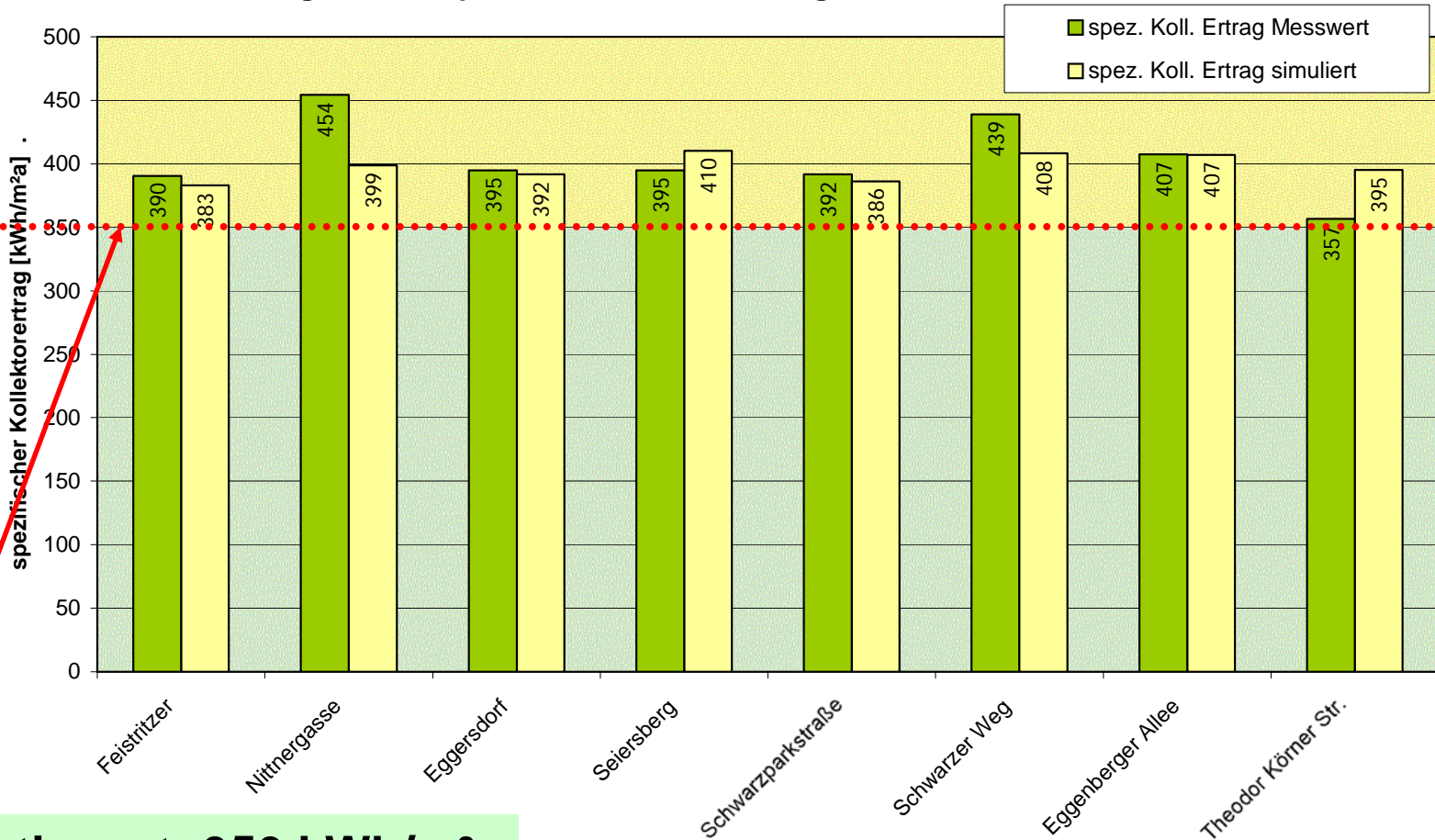
Eckdaten:

- ❖ 10 Geschößwohnbauten, 370 versorgte Wohnungen
- ❖ Wärmeverteilung erfolgt bei allen Projekten über Zwei-Leiter-Netze
- ❖ 1.160 m² Kollektorfläche (812 kW_{th}), 102 m³ Speichervolumen
- ❖ Durchschnittliche solare Deckungsgrade ca. 15 bis 20% (WW u. RH)



Gemessene spezifische Kollektorerträge

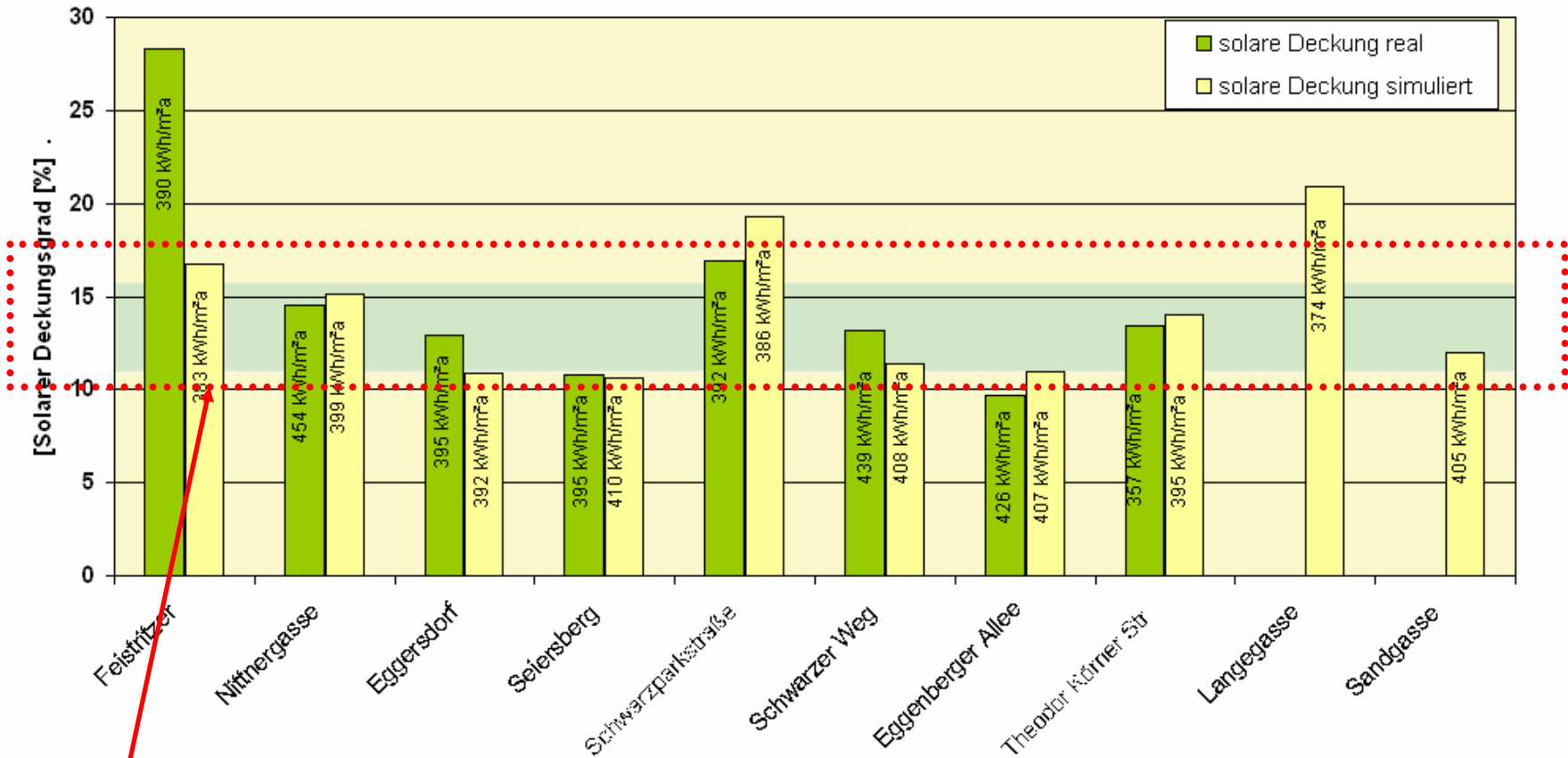
Vergleich der spezifischen Kollektorerträge - Simulation mit Messwert



Garantiewert: 350 kWh/m²a

Solare Deckungsgrade: simuliert - gemessen

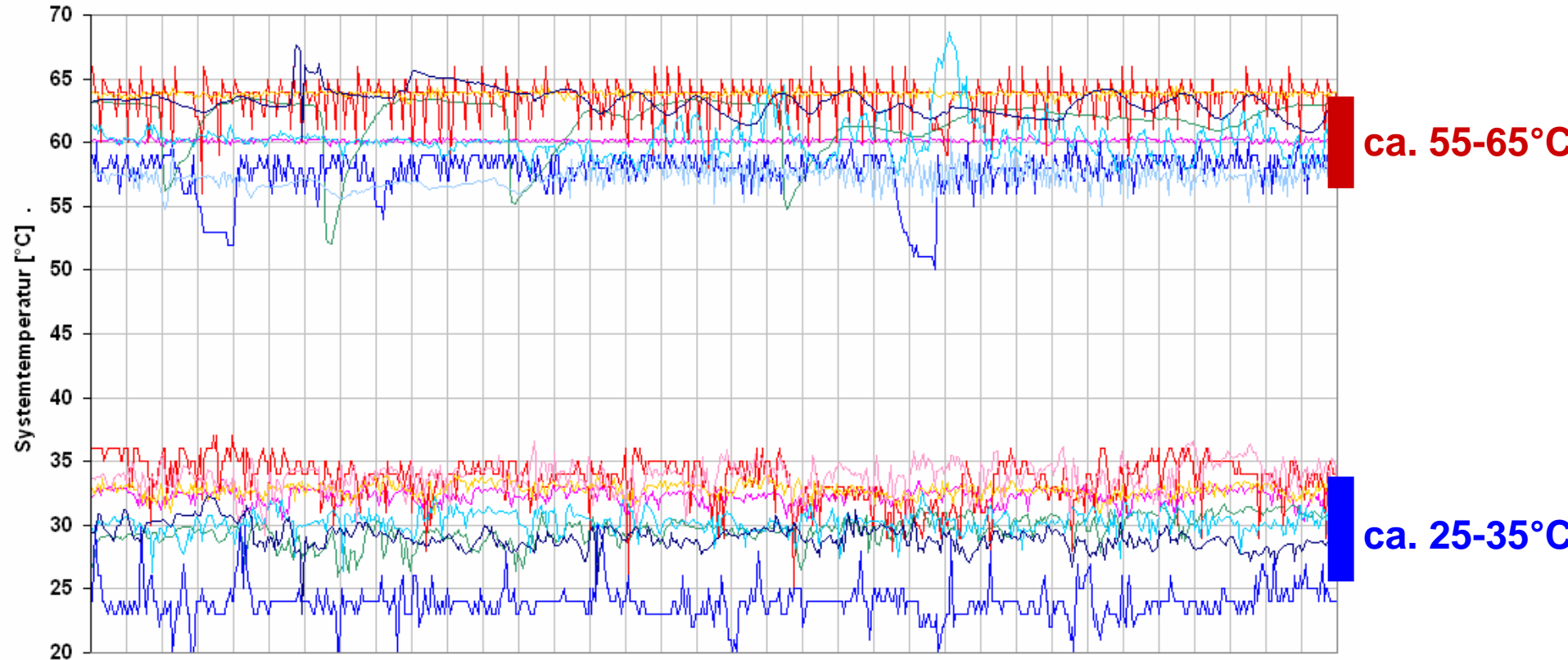
Vergleich der solaren Deckungsgrade - Simulation mit Messwert



Bereich der solaren Deckungsgrade: 12 – 18 %

Gemessene Netzbetriebstemperaturen

Netzvorlauf- und Netzurücklaufemperaturen von 8 Objekten



Rücklaufemperaturen um die 30°C als Basis für den effizienten Betrieb von Solarsystemen !

Resultate aus der „Optimierungsphase“

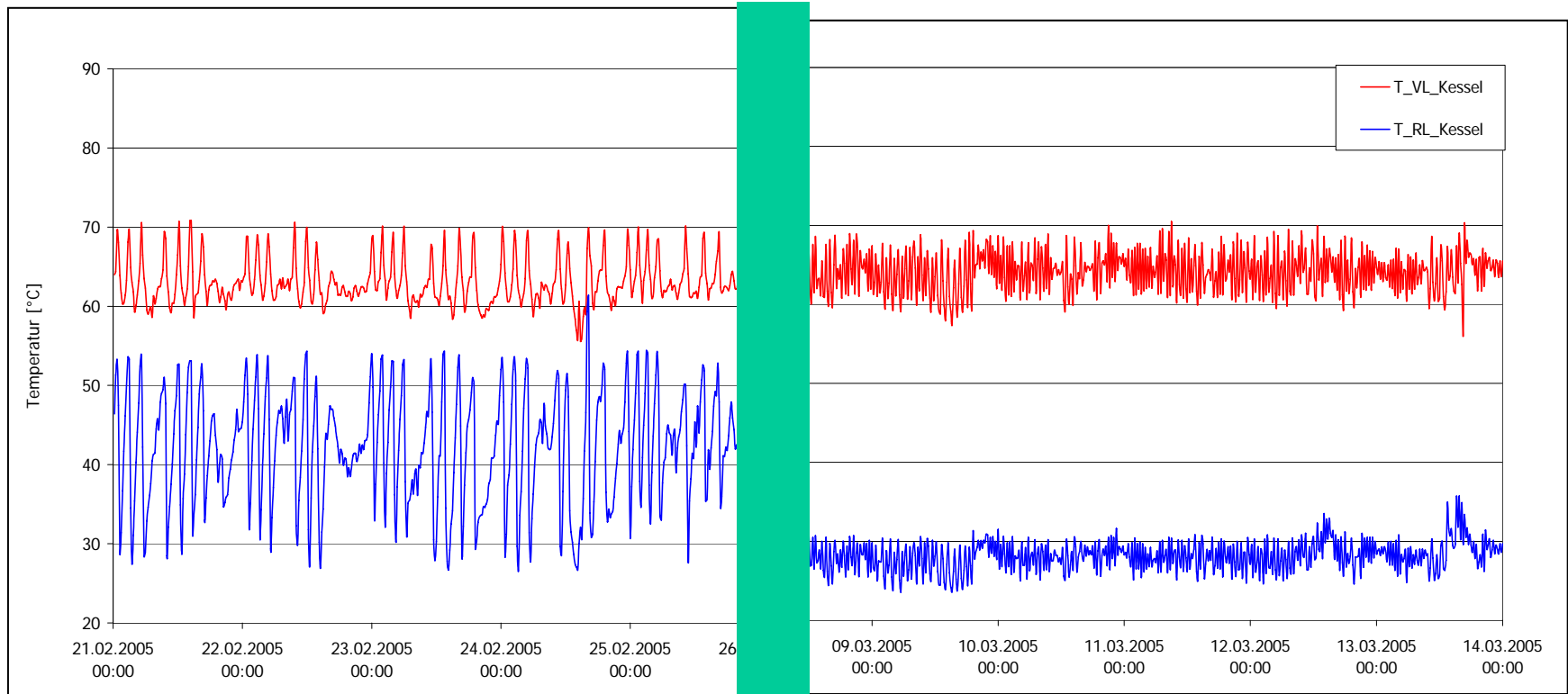


Quantifizierung der häufigsten Optimierungsmaßnahmen

| | |
|--|--------|
| Konventionelle Nachheizung– Einbindung.... | 6 Stk. |
| Unnötig großes Bereitschaftsvolumen..... | 5 Stk. |
| Erhöhte Rücklauftemperaturen des Wärmeverteilstnetzes | 4 Stk. |
| Drehzahlregelung des Solarsystems..... | 3 Stk. |
| Unnötig hohe Puffertemperaturen..... | 3 Stk. |
| Mängel am Solarwärmetauscher..... | 3 Stk. |
| Einregulierung – Solarkreis..... | 3 Stk. |
| Auswahl – Regulierventile..... | 3 Stk. |
| Dämmung – Speicher und Rohrleitung..... | 3 Stk. |
| Luft im Kollektor..... | 1 Stk. |
| Kollektorfühler..... | 1 Stk. |

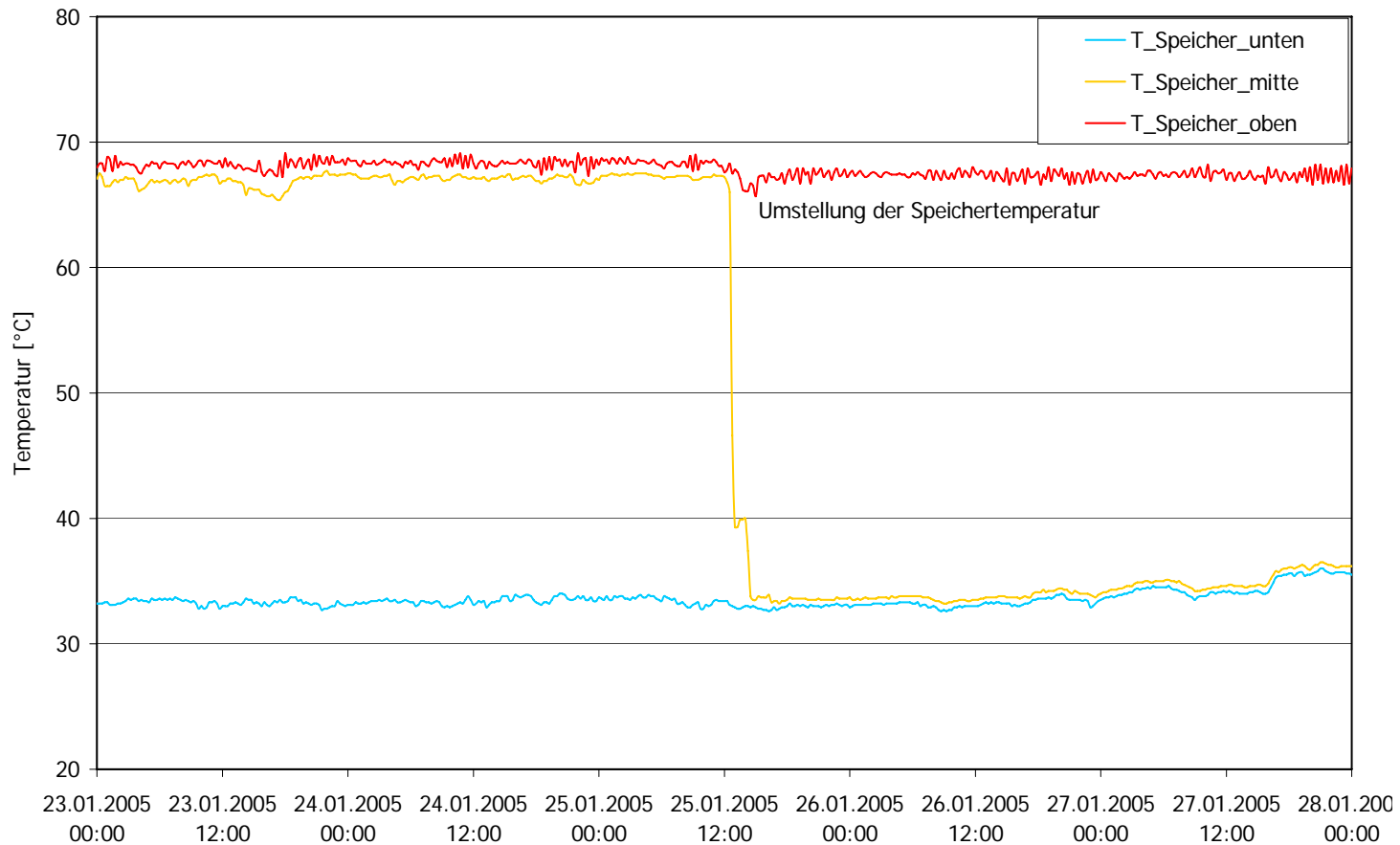
Optimierungsphase – Fallbeispiel 1

Problemstellung: Unnötig hohe Rücklauftemperaturen aus dem Energiespeicher zur Gas-Brennwerttherme.



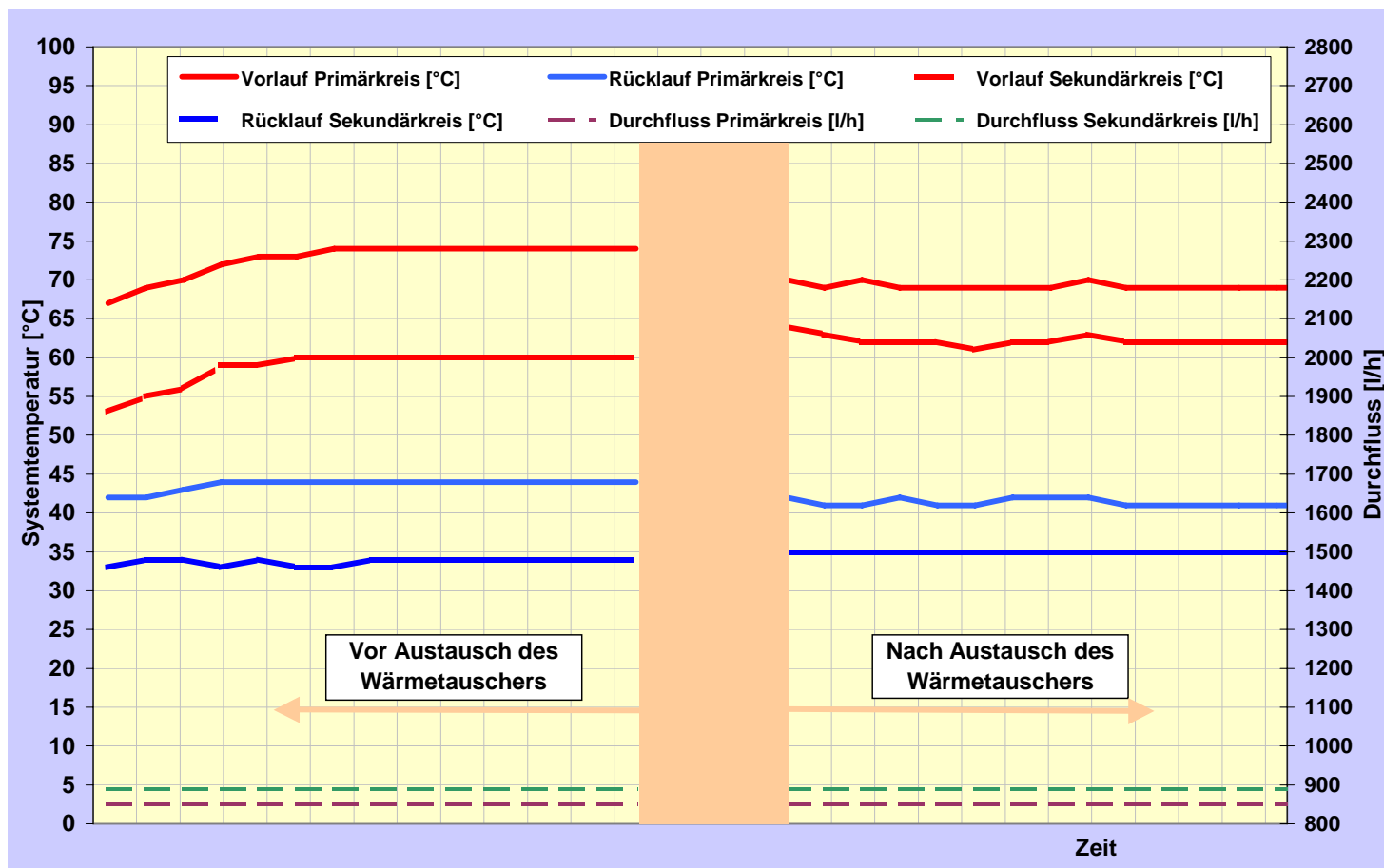
Optimierungsphase – Fallbeispiel 2

Problemstellung: Die obere Speicherhälfte wurde seitens der Nachheizung unnötig auf Temperatur gehalten.



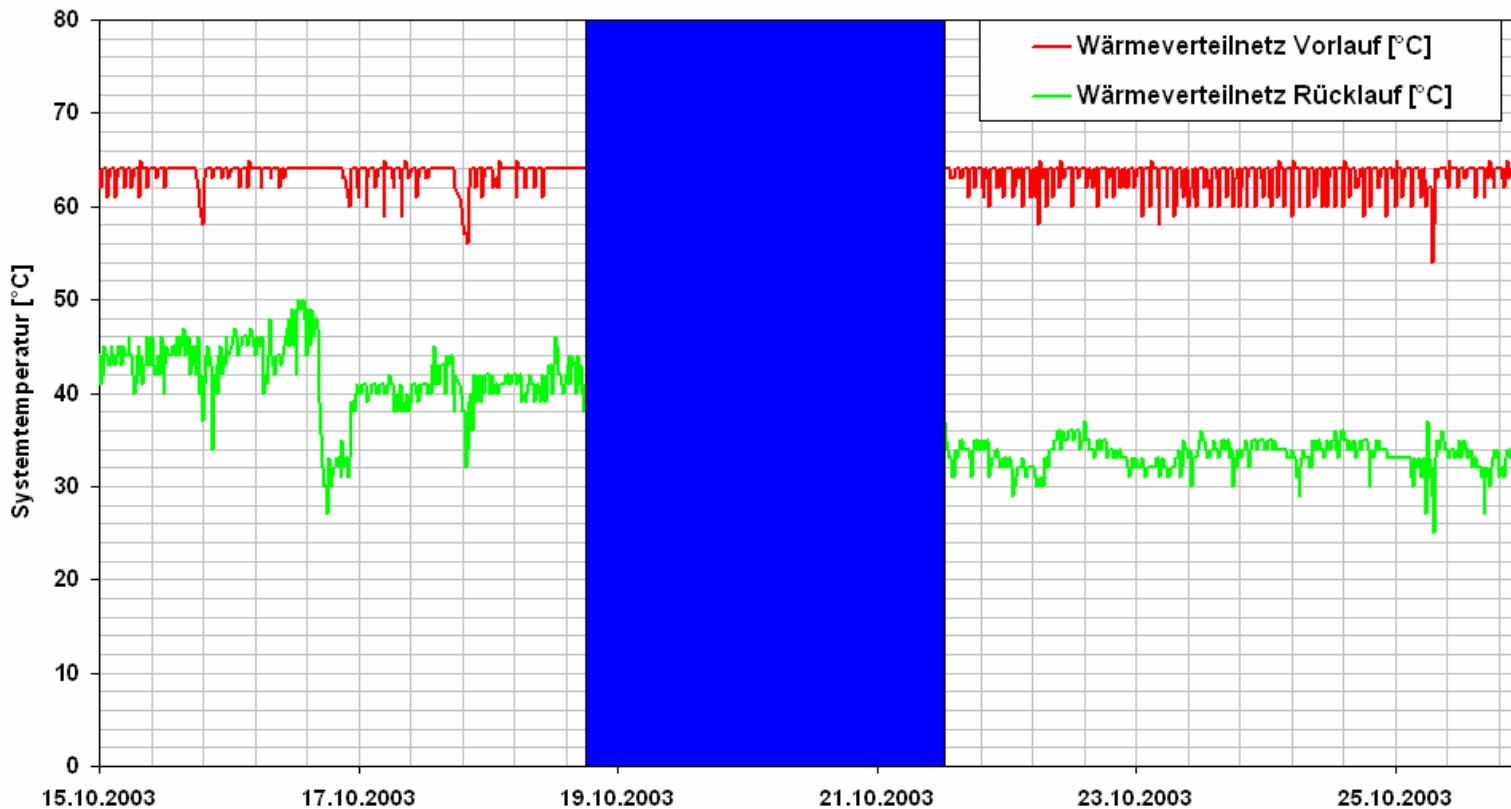
Optimierungsphase – Fallbeispiel 3

Problemstellung: Montage eines Wärmetauschers mit Produktionsfehler (auch bei zu klein ausgelegten WT's).



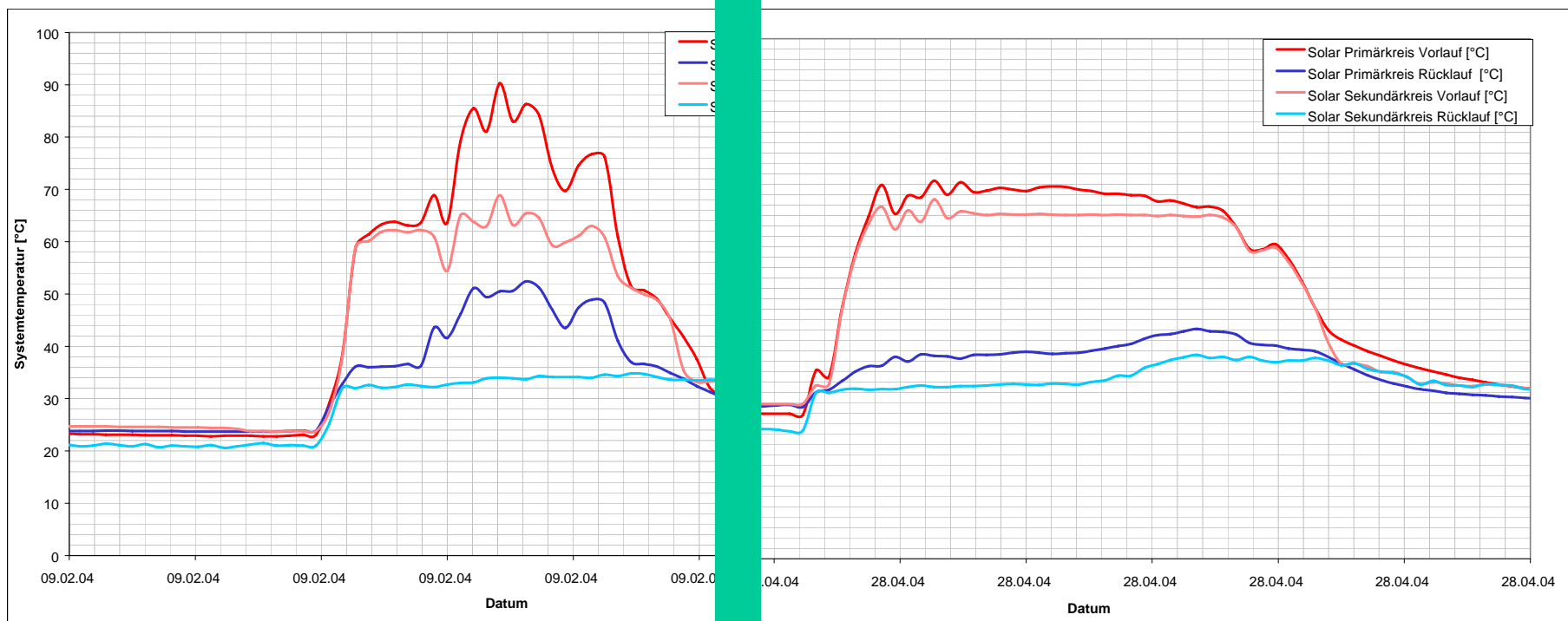
Optimierungsphase – Fallbeispiel 4

Problemstellung: Rücklauftemperaturen aus dem Wärmeverteilnetz zu hoch (Radiatoren in Allgemeinräumlichkeiten nicht einreguliert)



Optimierungsphase – Fallbeispiel 5

Problemstellung: Drehzahlregelungsfunktion nicht zufriedenstellend



Untersuchung von sechs solarunterstützten Wärmernetzen in Salzburger Geschößwohnbauten

- ❖ Auswahl von 6 Projekten (zwischen 50 und 400m²) durch die Energieabteilung des Landes Salzburg in Verbindung mit Bauträgern
- ❖ Einsichtnahme in:
 - ❖ Ausführungspläne
 - ❖ Regelungskonzepte
 - ❖ Wärmeverbräuche
 - ❖ Solarerträge
- ❖ Untersuchung vor Ort nach qualitativen Gesichtspunkten
- ❖ Präsentation der detaillierten Untersuchungsergebnisse inkl. Verbesserungsvorschlägen im Rahmen eines Workshops



Quantifizierung der häufigsten Systemschwachstellen in Salzburg



| | |
|--|--------|
| Speicheranschlüsse – Thermosiphon..... | 6 Stk. |
| Sicherheitseinrichtungen und MAG..... | 5 Stk. |
| Kollektorverschaltung in Verbindung mit der Betriebsweise „Low Flow“ | 4 Stk. |
| Frostschutzkonzentration..... | 4 Stk. |
| Kollektorfühler..... | 4 Stk. |
| Solarregelungseinstellungen..... | 4 Stk. |
| Nicht temperaturbeständige Komponenten.. | 4 Stk. |
| Einbindung des konv. Wärmeerzeugers..... | 3 Stk. |
| Rücklauftemperatur aus dem Netz zu hoch... | 2 Stk. |
| Solarwärmetauscher zu klein dimensioniert... | 1 Stk. |
| Verlustintensive Mehrspeichersysteme..... | 1 Stk. |
| Luft im Solarsystem..... | 1 Stk. |

Sicherheitseinrichtungen

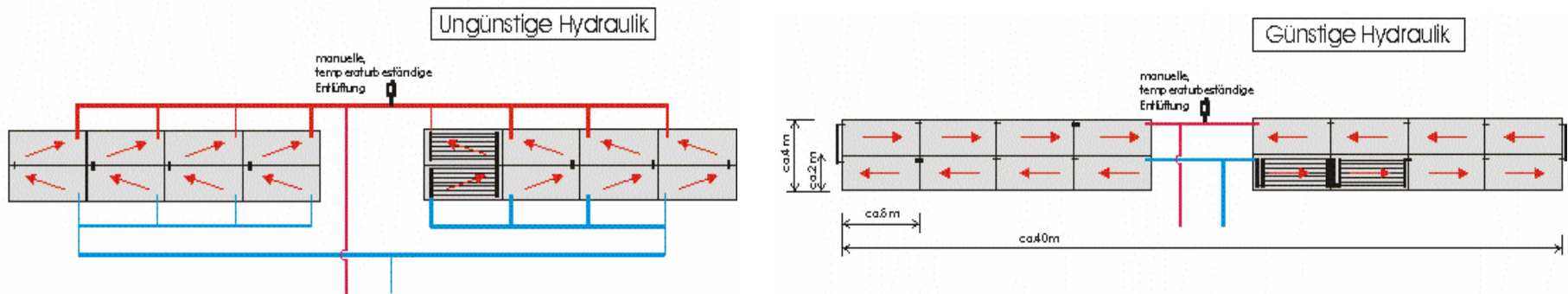
Anforderungen:

- ❖ Dimensionierung des Sicherheitsventils entsprechend der maximalen Kollektorleistung
- ❖ Temperaturbeständige Ablaufleitung (max. 150°C) in entsprechender Dimension
- ❖ Temperaturbeständiger Auffangbehälter mit entsprechendem Inhalt (min. Kollektorinhalt, max. 150°C)



Anforderungen an Kollektorverschaltungen bei Betriebsart Low-Flow

- ❖ Große thermische Längen (serielle Längen) – serielle Kollektorguppen bis 100m² sind (in Abhängigkeit von der Absorbergeometrie) möglich
- ❖ Kollektordruckverluste zwischen 1 und 3 mWS (sehr geringe Druckverluste am Kollektor sind ein Indiz für ungünstige Wärmeübergänge zwischen Absorberblech und Fluid)
- ❖ Bei entsprechenden Eigendruckverlusten von Kollektoren kann auf eine Verschaltung nach „Tichelmann“ verzichtet werden (Kosten- und Wärmeverlustreduktion)



Beispiel mit 160m²: bis zu 90m Reduktion der Kollektorverrohrung bei Low-Flow Verschaltung (rechts)

Temperaturbeständigkeit von Komponenten

Temperaturbelastung:

- ❖ Die Maximaltemperaturen am Kollektor bzw. in unmittelbarer Kollektornähe betragen bei Flachkollektoren bis zu 220°
- ❖ Die Maximaltemperaturen im weiteren System können bis zu 150°C (Sattdampf Temperatur) betragen – auch im Heizhaus möglich!

→ Bedachtnahme bei Kollektorhydraulik, Komponentenauswahl und Verbindungstechnik



Einpeichersysteme vs. Mehrspeichersystemen

- ❖ Verhältnis zwischen Speicheroberfläche und Volumen ist bei Mehrspeichersystemen suboptimal (hohe Wärmeverluste)
- ❖ Höhere Behälterkosten, höhere Kosten für Wärmedämmung sowie höhere Installationskosten bei Mehrspeichersystemen
- ❖ Bauliche Aufwände können leicht kompensiert werden durch die oben beschriebenen Vorteile.



Zentrale Erfolgsfaktoren

1. Integraler Planungs- und Umsetzungsansatz



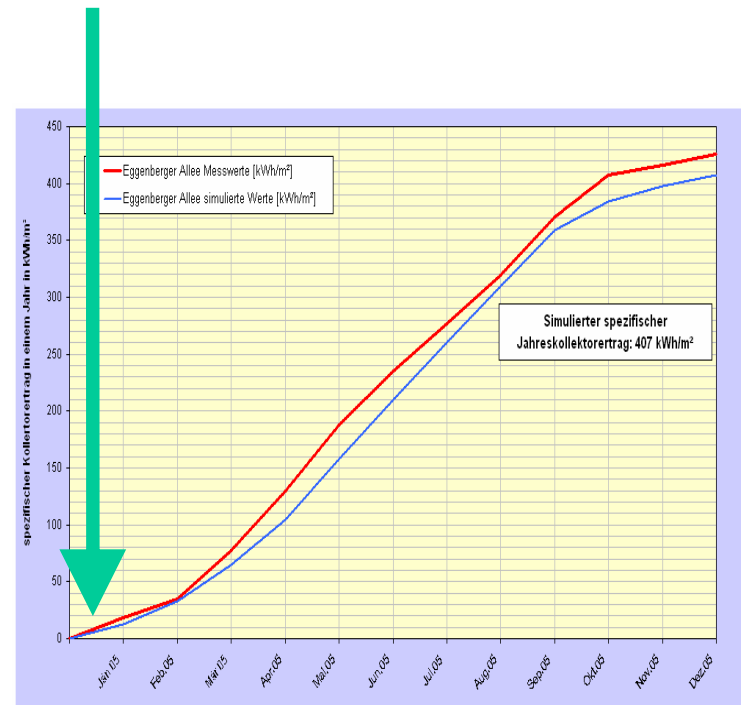
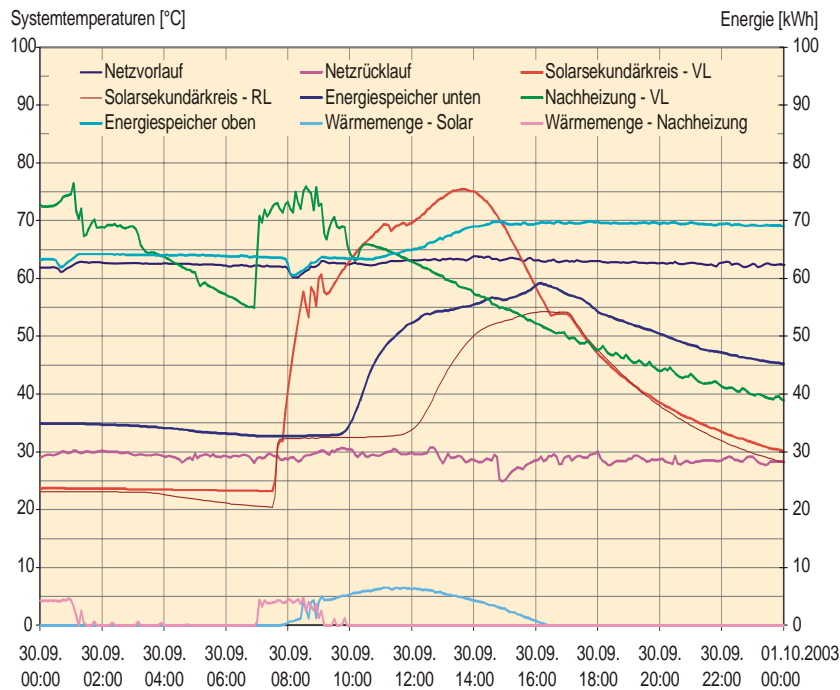
Zentrale Erfolgsfaktoren

2. Dokumentierte Inbetriebnahme der gesamten Wärmeversorgungsanlage durch den Installateur



Zentrale Erfolgsfaktoren

3. Nachjustierung in den ersten Betriebswochen – „Optimierungsphase“



Zentrale Erfolgsfaktoren

4. Technische Abnahme nach erfolgter Optimierungsphase

- ❖ Generell: Im Rahmen der technischen Abnahme erfolgt die Überprüfung, inwieweit die Planungsvorgaben auch umgesetzt wurden
- ❖ Die Durchführung der Optimierungsphase vor der technischen Abnahme ist sinnvoll



Zentrale Erfolgsfaktoren

4. Kopplung des Solarsystems an die Routineanlagen- überwachung sowie Integration des Solarsystems in die jährlichen Wartungsverträge der konv. Wärmeversorgung

Betreff: Messwertedatenbank Meldung

Von: [SQLServer <sqlserver@aee.at>](mailto:sqlserver@aee.at)

Datum: 4.10.2004 10:11

An: r.riva@aee.at

*** Projekt: Optisol ***

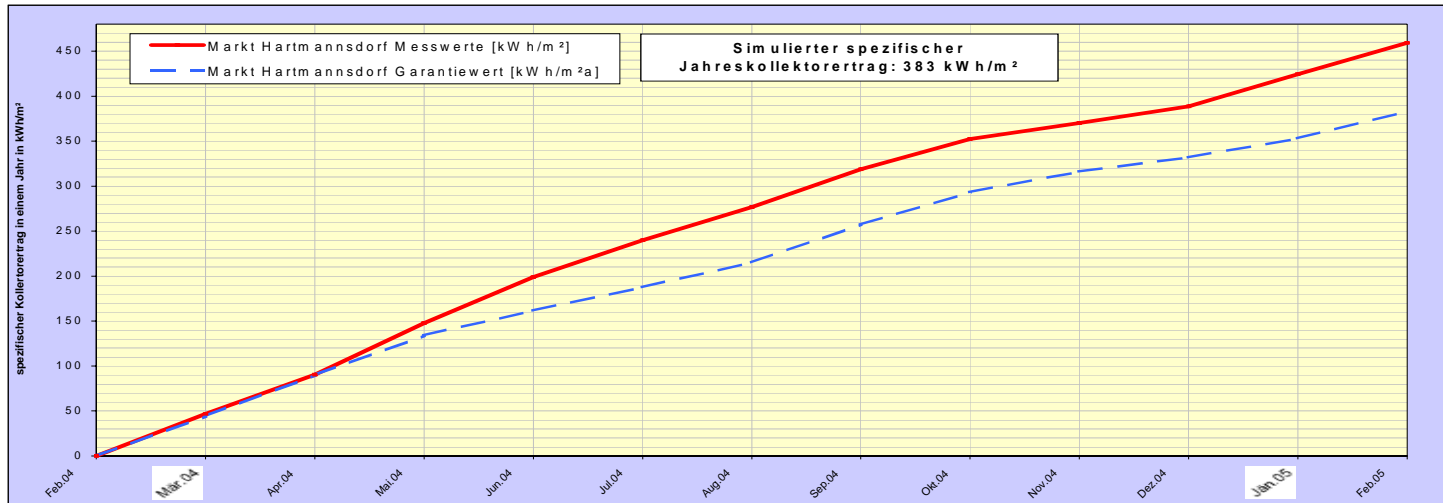
*** Logger: Mittnergasse ***

```
03.10.2004 04:15:00, Kanal: T-Netz VL, Messwert: 53 -> Minimalwert von 55 unterschritten !
03.10.2004 05:00:00, Kanal: T-Netz VL, Messwert: 50 -> Minimalwert von 55 unterschritten !
03.10.2004 11:00:00, Kanal: T-Netz VL, Messwert: 50 -> Minimalwert von 55 unterschritten !
03.10.2004 15:00:00, Kanal: T-Netz VL, Messwert: 52 -> Minimalwert von 55 unterschritten !
```

Zentrale Erfolgsfaktoren

5. Vertragliche Regelung von Mindesterträgen sowie entsprechende Zuständigkeiten

- ❖ Mindestsolarertrag – in der Regel 350 kWh/m²a, nachgewiesen über einen Wärmemengenzähler
- ❖ Auch Netzurücklauftemperaturen (max. 40°C) können Bestandteil von Garantiemodellen sein



Zentrale Erfolgsfaktoren

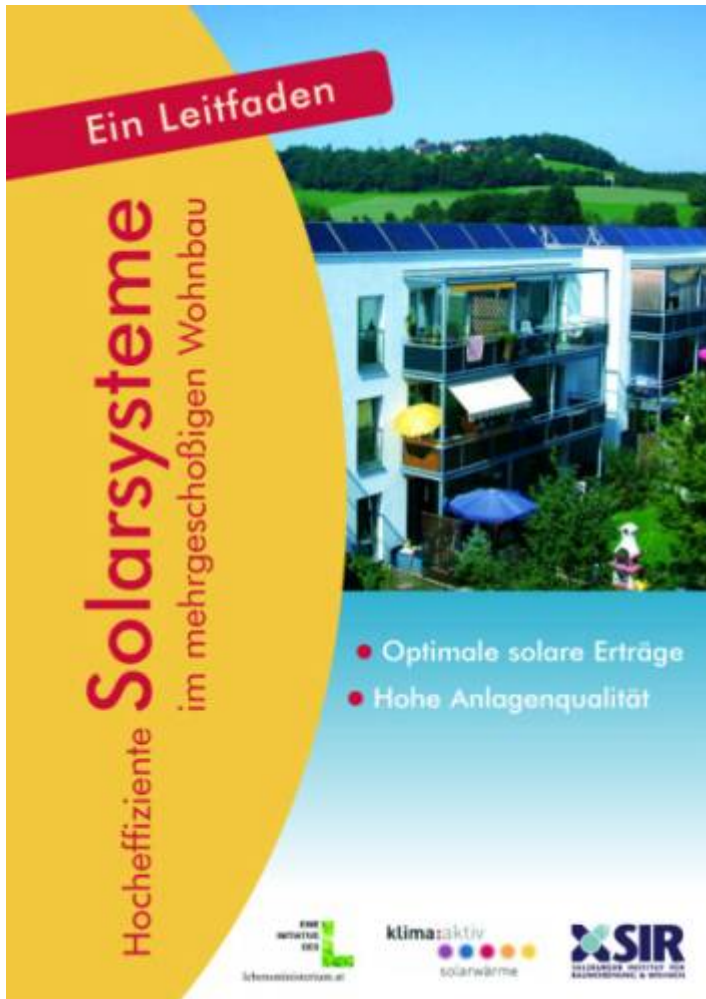
7. Bestens ausgebildete Akteure (Planer, Installateure, Betreiber, etc.)

- ❖ Bisher 18 „solarwärme“ Kurse österreichweit zum „Zertifizierten Solarwärmeplaner“ bzw. „Zertifizierten Solarwärmeinstallateur“ (8 Tage, 64 Unterrichtseinheiten)
- ❖ Rund 350 Personen Prüfung positiv absolviert
- ❖ Bisher 125 auch zertifiziert (entsprechend der Personenzertifizierung des Wirtschaftsministeriums)
- ❖ 5 Kurse für das Jahr 2008 bereits terminisiert (Graz, Wien, Klagenfurt, Innsbruck, Salzburg)
- ❖ Informationen hierzu unter www.solarwaerme.at oder unter der solarwärme Info-Hotline unter 03112 / 588614



Bilder zur letzten feierlichen Zertifikatsüberreichung in Wien

Weitere Informationen



- ❖ Einen Leitfaden zu höchster Systemeffizienz finden Sie in Ihren Unterlagen
- ❖ Weitere Informationen auf der umfassendsten Solar-Website Österreichs unter www.solarwaerme.at
- ❖ Oder direkt bei der **solarwärme** Infohotline unter 03112 / 588614



klima:aktiv solarwärme wird unterstützt von:





Danke für Ihre Aufmerksamkeit !