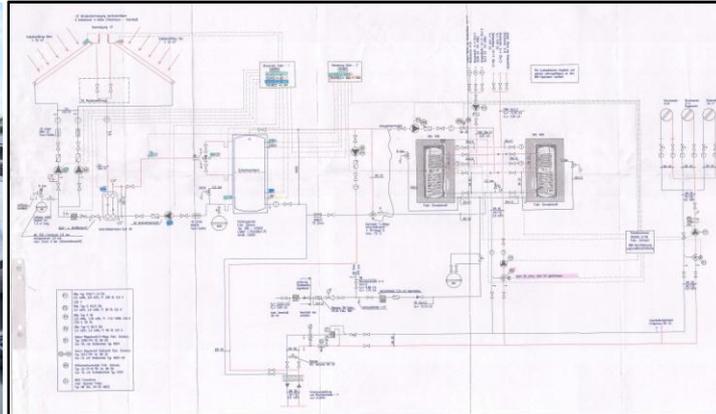


Praktischer Betrieb solarthermischer Anlagen im Geschosswohnungsbau



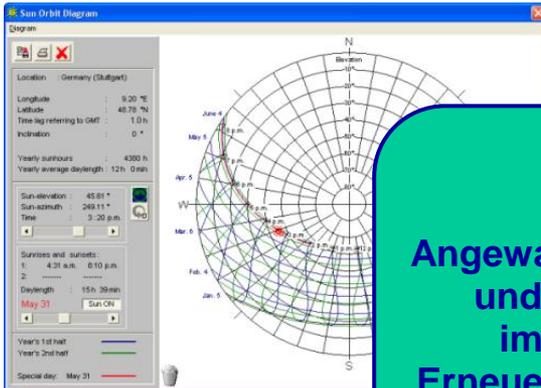
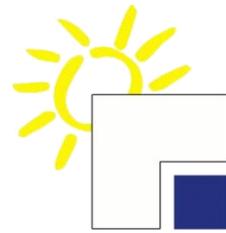
- ⇒ **Vorstellung *KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIEN***
- ⇒ **Ausgangssituation**
 - **Solarthermische Anlagen im Wohngebäude**
 - **Solarthermische Anlagen im Einsatz bei der GWG Ingolstadt**
- ⇒ **Analyse der GWG-Anlagen**
 - **Grobanalyse aller Anlagen: Ertragssimulation, Anlagenbegehung, Fehlerprotokolle**
 - **Detailanalyse ausgewählter Anlagen**
- ⇒ **Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“**

- ⇒ **Vorstellung *KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIEN***
- ⇒ **Ausgangssituation**
 - Solarthermische Anlagen im Wohngebäude
 - Solarthermische Anlagen im Einsatz bei der GWG Ingolstadt
- ⇒ **Analyse der GWG-Anlagen**
 - Grobanalyse aller Anlagen: Ertragssimulation, Anlagenbegehung, Fehlerprotokolle
 - Detailanalyse ausgewählter Anlagen
- ⇒ **Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“**

KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIEN (1)



Die Gemeinnützige



**Angewandte Forschung
und Entwicklung
im Umfeld der
Erneuerbaren Energien**

**Zukunftsweisende und
praxisorientierte
Ausbildung**



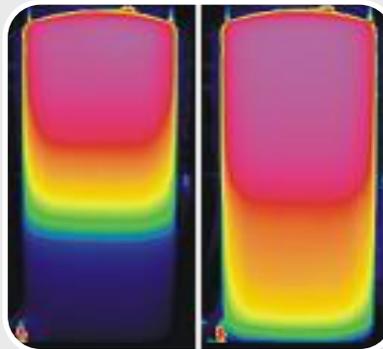
**Informationsplattform
für
Erneuerbare Energien**

**Energetechnische
Labor- und Versuchs-
einrichtungen**



Praktischer Betrieb solarthermischer Anlagen im Geschosswohnungsbau

Technologiefelder



Bioenergie- technik

- Holzheizkraftwerke
- *Forschungsfeld Biogas*
 - Ökologisch-ökonomische Anlagen-optimierung
 - Regelenergiebereitstellung
 - BioErdgas-technik

Energiesystem- technik

- Lokale / regionale Energiekonzepte
- Nah- / Fernwärmesysteme
- Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungssysteme
- Energieeffizienz in der Industrie
- Stromnetzintegration
- Speichertechnik

Solarenergie- technik

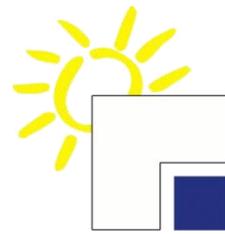
- Photovoltaik
- Solare Wärme und Kälte
- *Forschungsfeld Solarkollektor*
 - Konzeptionelle und konstruktive Optimierung
 - Neue Werkstoffe und Fertigungsverfahren
 - Normmessungen

- ⇒ Vorstellung *KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIEN*
- ⇒ **Ausgangssituation**
 - **Solarthermische Anlagen im Wohngebäude**
 - **Solarthermische Anlagen im Einsatz bei der GWG Ingolstadt**
- ⇒ **Analyse der GWG-Anlagen**
 - Grobanalyse aller Anlagen: Ertragssimulation, Anlagenbegehung, Fehlerprotokolle
 - Detailanalyse ausgewählter Anlagen
- ⇒ **Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“**

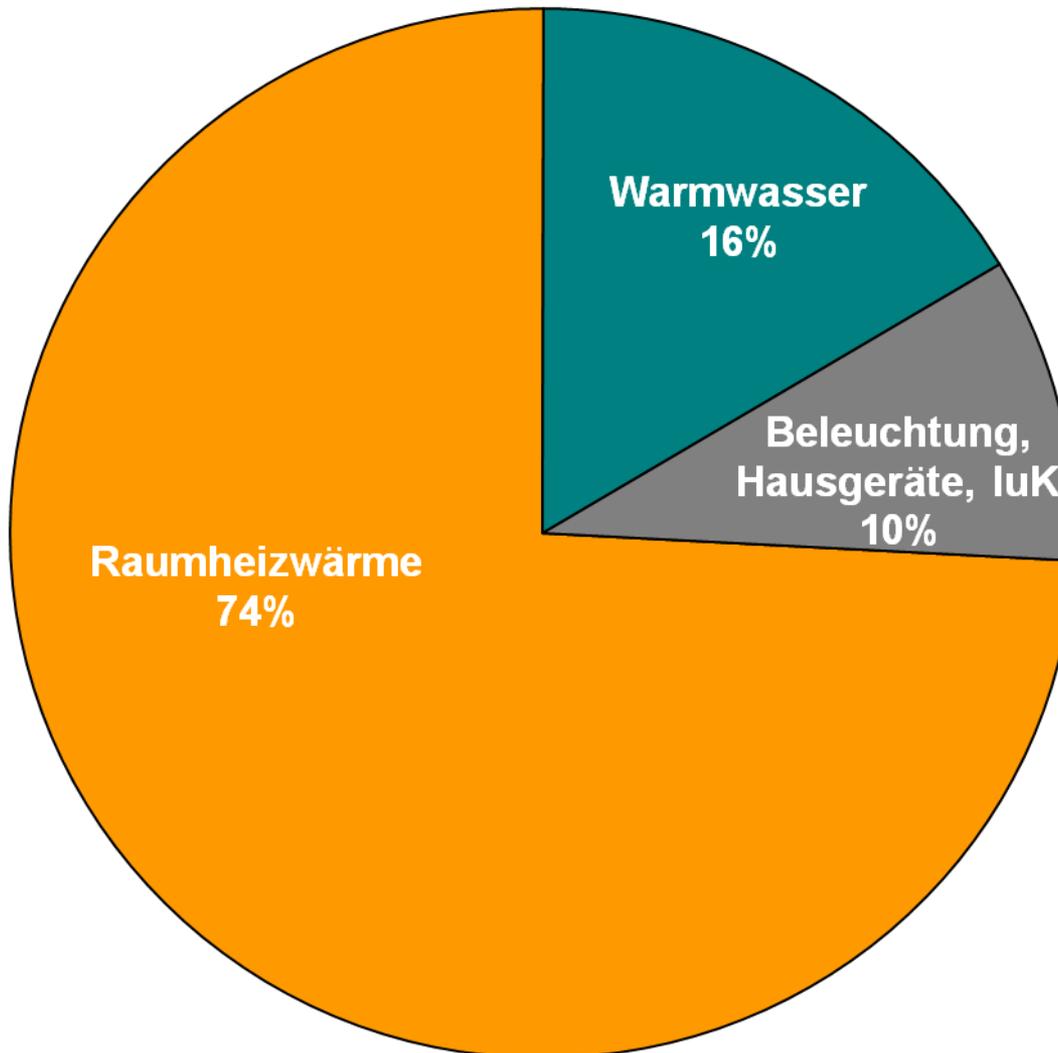
Solarthermische Anlagen im Wohngebäude



Die Gemeinnützige



Endenergieverbrauch im Haushalt



- ▶ **90% der Endenergie wird in Form von Wärme verbraucht**
- ▶ **Sehr gute Einsatzmöglichkeiten „vor Ort“ für solarthermische Systeme**

Potenzial Solarthermischer Anlagen

- ▶ **Unterstützung konventioneller Heizungsanlagen zur Brauchwassererwärmung und Raumheizung**
- ▶ **Optimiert betriebene Anlagen erreichen Kollektorerträge von 300...600 kWh/m²a**
- ▶ **Hohes CO₂-Minderungspotential!**
 - Energetische Amortisation bei ca. 10 Monaten
 - Verhältnis Pumpenstrom zu Solarertrag bis zu 1:50
- ▶ **Brennstoffunabhängige Wärmebereitstellung**
 - keine schwankenden Energiekosten

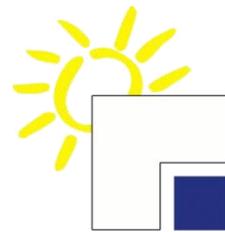
Überblick

- ▶ **Gemeinnützige betreibt 7 solarthermische Anlagen zur Brauchwarmwassererwärmung**
- ▶ **Unterschiedliche Anlagenkonfigurationen**
→ bzgl. Hersteller, Kollektortypen, hydraulische Einbindung, ...
- ▶ **GWG-eigene Ertragserfassung mittels Solarregler**
- ▶ **Betreuung der Anlagen und Ertragsaufschreibung durch GWG-Personal**
- ▶ **Bei Betriebsproblemen externes Fachpersonal**

Solarthermische Anlagen im Einsatz bei der GWG



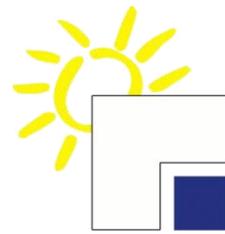
Die Gemeinnützige



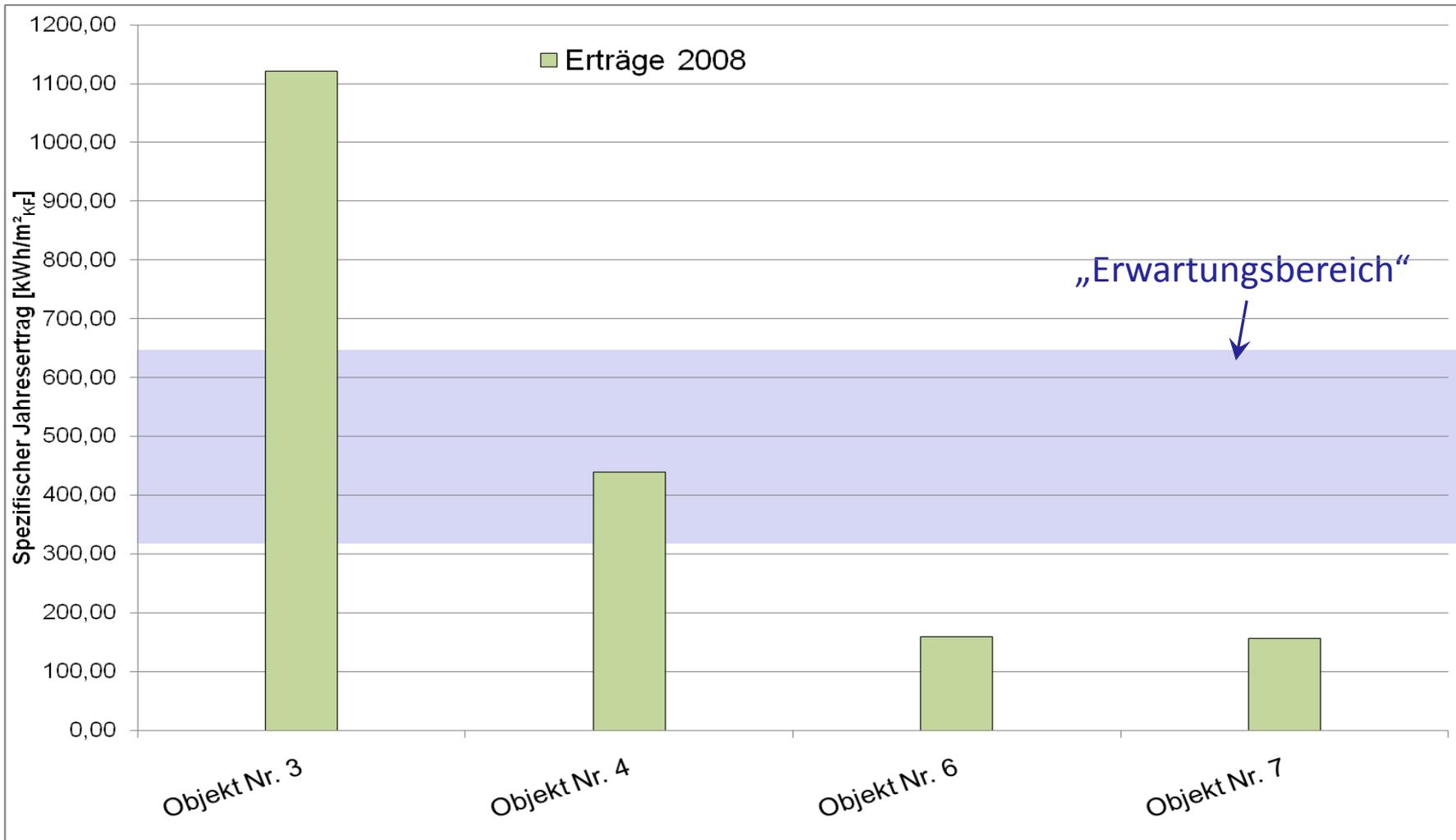
Anlagenkonfiguration

Objekt Nr.	Kollektortyp	System / Einbindung der Solaranlage	Kollektorfläche [m ²]	Inbetriebnahme
1	Flachkollektor	Puffer und Vorwärm Speicher	61,7	2004
2	Flachkollektor	Puffer (Schichtladeeinrichtung) und direkte BWW-Erwärmung	36,8	2003
3	Vakuurröhrenkollektor	Direkte BWW-Erwärmung	23,6	2004
4	Flachkollektor	Direkte BWW-Erwärmung	20,6	2003
5	Flachkollektor	Puffer (Schichtladeeinrichtung) und direkte BWW-Erwärmung	33,0	2001
6	Flachkollektor	Puffer und direkte BWW-Erwärmung	51,4	2003
7	Flachkollektor	Puffer und direkte BWW-Erwärmung	51,4	2004

Solarthermische Anlagen im Einsatz bei der GWG



Ertragsdaten 2008 gemäß Aufschreibung

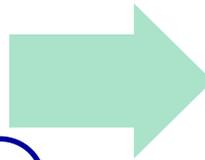


Bewertung Anlagenbetrieb und Vorgehensweise

- ▶ **Ertragserfassung deutet auf Probleme im Anlagenbetrieb hin**
- ▶ **Umfassende Anlagenuntersuchung soll Defizite und Verbesserungsmaßnahmen aufzeigen**

Grobanalyse

- Ertragssimulation
- Anlagenbegehung mit Fehlerprotokollen
- Beheben offensichtlichlicher Probleme

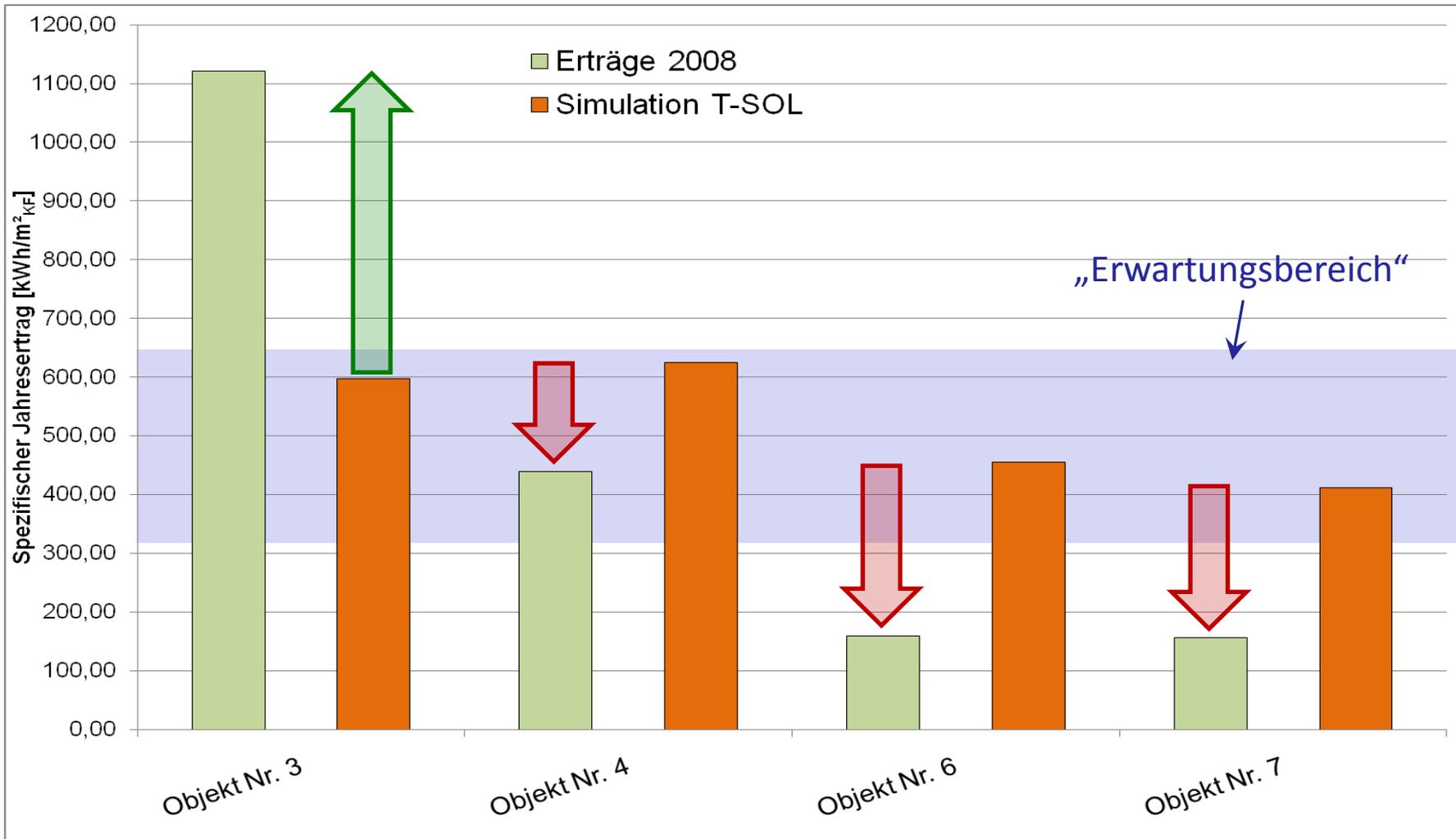


Detailanalyse

- Messdatenerfassung
- Detaillierte Analyse des Anlagenverhaltens
- Ableitung spezifischer Lösungsansätze

- ⇒ Vorstellung *KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIE*
- ⇒ Ausgangssituation
 - Solarthermische Anlagen im Wohngebäude
 - Solarthermische Anlagen im Einsatz bei der GWG Ingolstadt
- ⇒ **Analyse der GWG-Anlagen**
 - **Grobanalyse aller Anlagen: Ertragssimulation, Anlagenbegehung, Fehlerprotokolle**
 - **Detailanalyse ausgewählter Anlagen**
- ⇒ **Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“**

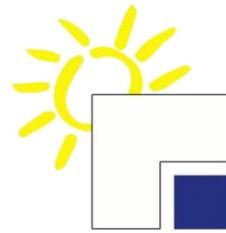
Ertragssimulation und Bewertung IST-Situation



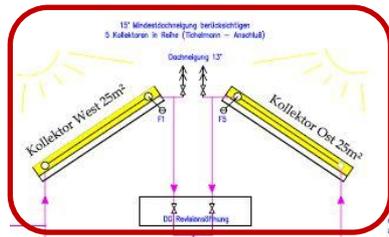
Grobanalyse der GWG-Anlagen



Die Gemeinnütziges



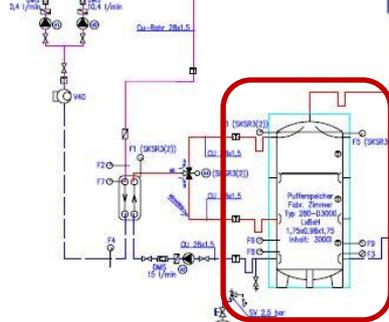
Hydraulikplan und Anlagenbegehung



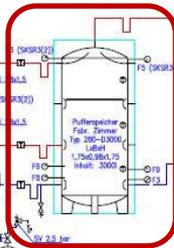
Das System für solarthermische Großanlagen zur Warmwasserbereitung durch externe Beheizung eines kleinen Brauchwasserspeichers aus dem Pufferspeicher. Der kleine Brauchwasserspeicher dient als Vorwärmstufe für bereits vorhandene Brauchwasserspeicher.



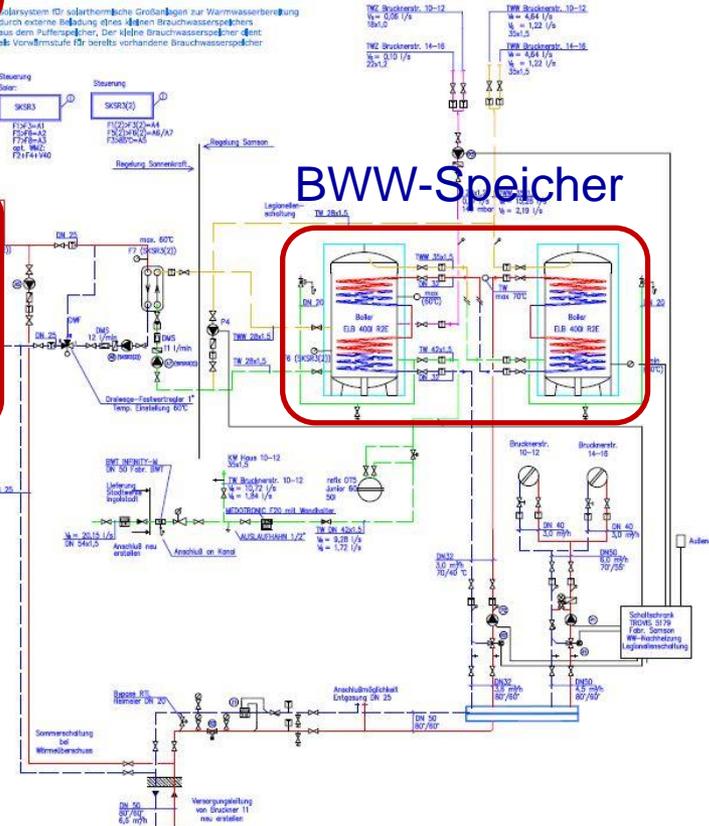
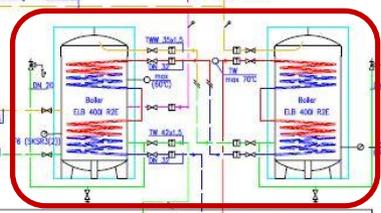
Kollektorfeld(er)



Solar-Puffer



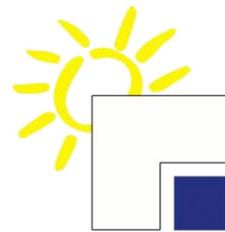
BWW-Speicher



Grobanalyse der GWG-Anlagen



Die Gemeinnützige



Fehleranalyseprotokoll

▶ Strukturierte Fehleranalyse

- ▶▶ Sensorplatzierung
- ▶▶ Reglereinstellungen
- ▶▶ Leckagestellen am System
- ▶▶ Anlagendruck
- ▶▶ Wärmemengenerfassung
- ▶▶ ...

▶ Dokumentation der IST-Analyse

→ Fehleranalyseprotokoll

Leitfaden zur Vorgehensweise bei der Fehleranalyse

Anlage:		
Name des Projekts:		
Datum der Prüfung:		
		Bemerkungen
Allgemein		
	Übereinstimmung Hydraulikplan mit Anlage	
	Ja	
	Nein	
Kollektorfeld		
Kollektoren	Verschmutzung	
	Ja	
	Nein	
	Beschädigung	
	Ja	
	Nein	
	Kondenswasser	
	Ja	
	Nein	
Verrohrung	Mängel	
	Ja	
	Nein	
Leitungen, Kabel & Anschlüsse	Mängel	
	Ja	
	Nein	
Isolierung	Mängel	
	Ja	
	Nein	
Temperatur- fühler	richtige Platzierung	
	Ja	
	Nein	
Heizungsraum		
Verrohrung	Mängel	
	Ja	
	Nein	
Leitungen, Kabel & Anschlüsse	Mängel	
	Ja	
	Nein	

Auszug

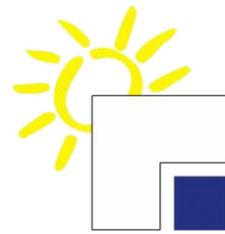
Erkenntnisse und Maßnahmen

- ▶ **Dimensionierung und Anlageneinstellungen gemäß Unterlagen und Begehung zunächst plausibel**
- ▶ **Nicht ausreichender Druck in manchen Anlagen**
(→ Luft im Kollektorkreis)
- ▶ **Häufig Unstimmigkeiten bei der Ertragserfassung**
 - ▶ Positionierung von Durchflusszählern und Temperaturfühlern
 - ▶ Durchflusserfassung über (geeignete) Messgeräte
 - ▶ Bauart und Einstellungen des Wärmemengenzählers
(→ Impulswertigkeit, Stoffwerte,...)

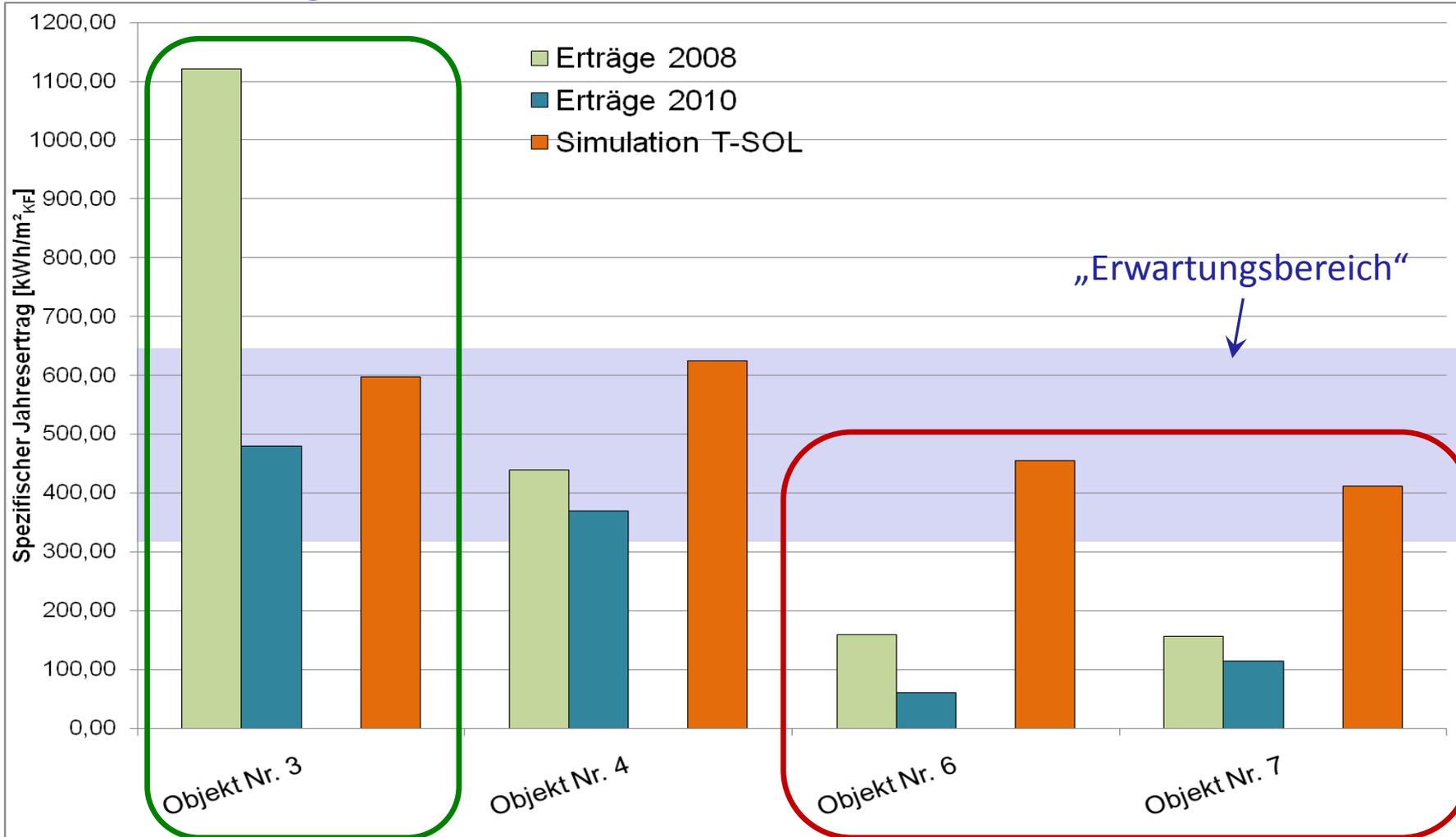
Grobanalyse der GWG-Anlagen



Die Gemeinnützige



Soll- und Ist-Ertragsdaten



Detailanalyse ausgewählter Anlagen

Prinzipielles Vorgehen

Grobanalyse

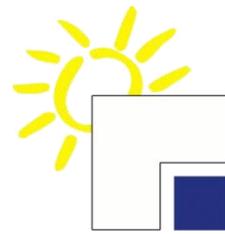
- Ertragssimulation
- Anlagenbegehung mit Fehlerprotokollen
- Beheben offensichtlichlicher Probleme



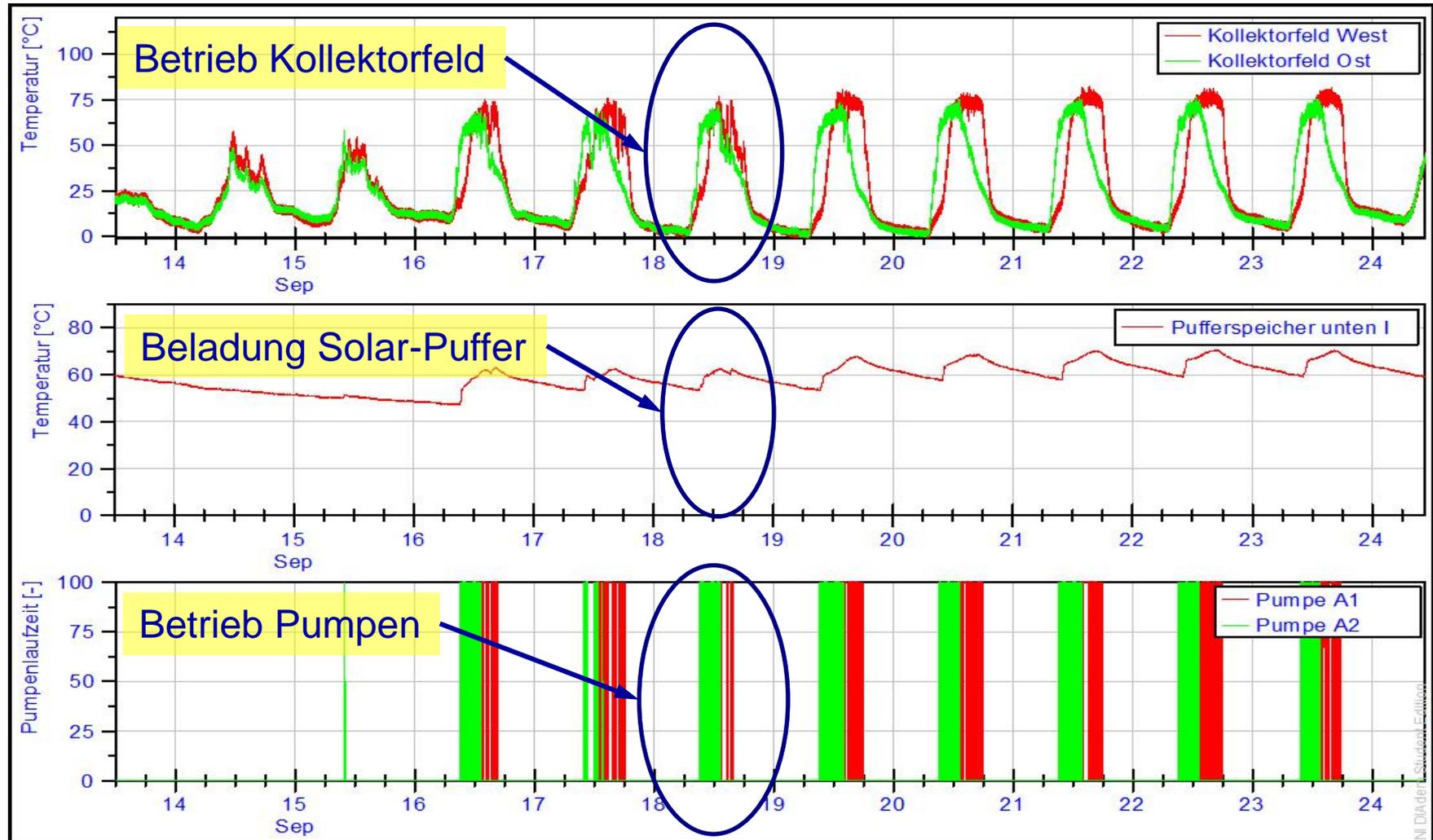
Detailanalyse

- Messdatenerfassung
- Detaillierte Analyse des Anlagenverhaltens
- Ableitung spezifischer Lösungsansätze

- ▶ **Mehrwöchige Erfassung der Sensor- und Reglerdaten**
→ Speicher- und Kollektortemperaturen, Pumpenlaufzeiten, ...
- ▶ **Analyse und Bewertung der Messdaten**
→ Aufdecken von Unregelmäßigkeiten im Betrieb
→ Ableiten von Optimierungsmaßnahmen



Auswertung und Bewertung Messdaten (Objekt 6)

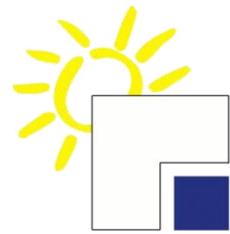


Erkenntnisse und Maßnahmen (Objekt 6)

- ▶ **Anlage arbeitet nach Messdaten regulär**
 - Temperaturverläufe der Kollektoren und Speicher
 - Betriebsverhalten der Pumpen
- ▶ **Hohe Temperaturen im Brauchwasserspeicher (50...60°C)**
- ▶ **Kaum Entlademöglichkeit für Solarpuffer**
 - Erst ab Temperaturen $> 55\text{ °C}$ (geringer solarer Wirkungsgrad)
 - zusätzlich „Behinderung“ durch Nachheizung (durch Regelung)
 - Hydraulisch & regelungstechnisch kein Vorrang für Solaranlage
- ▶ **Hydraulische und regelungstechnische Anpassung hin zur solaren Vorwärmung mit Vorrang**

- ⇒ Vorstellung *KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIEN*
- ⇒ Ausgangssituation
 - Solarthermische Anlagen im Wohngebäude
 - Solarthermische Anlagen im Einsatz bei der GWG Ingolstadt
- ⇒ Analyse der GWG-Anlagen
 - Grobanalyse aller Anlagen: Ertragssimulation, Anlagenbegehung, Fehlerprotokolle
 - Detailanalyse ausgewählter Anlagen
- ⇒ **Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“**

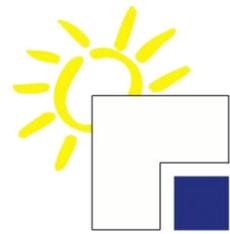
Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“



Planung und Dimensionierung (2)

- ▶ **Möglichst detaillierte Erfassung von Verbrauchsmengen und -profilen**
- ▶ **Zurückgreifen auf bewährte Anlagenschemata**
 - ▶ VDI-Richtlinie 6002
 - ▶ Herstellerschemata
 - ▶ einfache Konzepte
- ▶ **Besonderes Augenmerk auf Einbindung in Brauchwasser- / Heizungsanlage**
 - ▶ Vorrang für solar gewonnene Wärme (→ kostenlos!)
 - ▶ Sicherstellung niedriger Rücklauftemperaturen für Solarsystem z.B. durch Vorwärm Lösungen (→ bestmögliche Solarnutzung, hoher Kollektorwirkungsgrad)

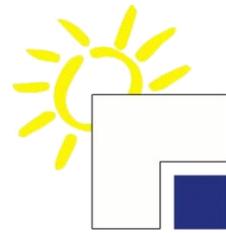
Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“



Installation und Inbetriebnahme

- ▶ **Ausführendes Unternehmen zusammen mit Fachplaner**
- ▶ **Ausführungsqualität der Arbeiten**
 - ▶ **Ausführung nach Planungsunterlagen**
 - ▶ **Augenmerk auf ordnungsgemäße Ausführung der Hydraulik und Isolierung der Rohrleitungen im Keller und auf dem Dach**
- ▶ **Inbetriebnahme der Anlage (mit Abnahmeprotokoll!)**
 - ▶ **Vollständige Funktionsprüfung der Anlage**
 - ▶ **Übergabe vollständiger Bestandsunterlagen (→ Hydraulik, realisierte Regelungsstrategie)**

Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“



Ausführungsbeispiele

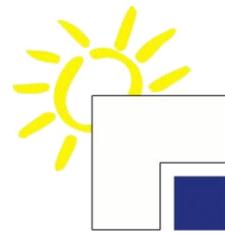
So besser NICHT...



Besser so...



Fazit: „Von der Idee zu gesicherten solaren Erträgen“



Betrieb der solarthermischen Anlage

- ▶ **Regelmäßige Ertragskontrollen!**
 - ▶ Abgleich von realen Erträgen und Ertragsprognosen
 - ▶ Ertragsdefizite mit Planer und Installateur beheben
- ▶ **Einsatz von Betriebsprotokollen**
- ▶ **Unregelmäßigkeiten im Anlagenbetrieb dokumentieren**

Betriebsprotokoll

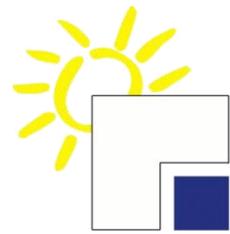
zur monatlichen Prüfung

Anlage/Adresse:	Protokoll-Nr./Jahr
Datum:	Bearbeiter (Name), Tel.:

	Wert	i. O.	Bemerkung	Fehler beheben
Allgemein				
Verkabelung / Anschlüsse auf Schäden prüfen				
Auf offensichtliche Leckagen prüfen				
Solarkreis				
Anlagendruck	[bar]			
Solarkreistemperatur	[C°]			
Solarkreis auf Dichtigkeit geprüft				
Sichtprüfung der Solarflüssigkeit (Trübung)				

Ein „ertragreicher“ Anlagenbetrieb ist möglich durch korrekte Planung und Inbetriebnahme sowie regelmäßig überwachten Betrieb!

Ansprechpartner



***Dr.
Christoph Trinkl***

Telefon 0841 - 9348 372

Telefax 0841 – 9348 99372

eMail christoph.trinkl@haw-ingolstadt.de



***Hochschule Ingolstadt
KOMPETENZFELD ERNEUERBARE ENERGIEN***

**Esplanade 10, 85049 Ingolstadt
www.haw-ingolstadt.de**