

---

# SOLARTHERMIE INITIATIVE FREIBURG

Wesentliche Aspekte bei Planung und Umsetzung von solarthermischen Anlagen in MFH am Beispiel Emmendinger Straße

---



Axel Oliva

Fraunhofer-Institut für Solare  
Energiesysteme ISE

Solarthermie und Kraft-Wärme-  
Kopplung in Mehrfamilienhäusern

Stuttgart, 26. Juni 2018

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

---

# AGENDA

---

- Vorstellung Fraunhofer ISE
- Solarthermie-Initiative Freiburg
  - Konzeption und Planung
  - Umsetzung
  - Auswertung Messdaten
  - Zusammenfassung

# Fraunhofer ISE

## Unsere Geschäftsfelder



### PHOTOVOLTAIK

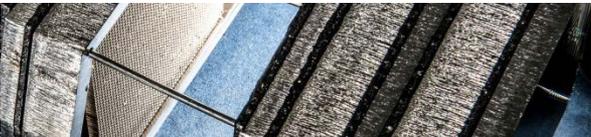
Silicium-Photovoltaik  
III-V- und Konzentrator-Photovoltaik  
Neuartige Photovoltaik-Technologien  
Photovoltaische Module und Kraftwerke



### SOLARTHERMIE



### GEBÄUDEENERGIETECHNIK



### WASSERSTOFFTECHNOLOGIEN



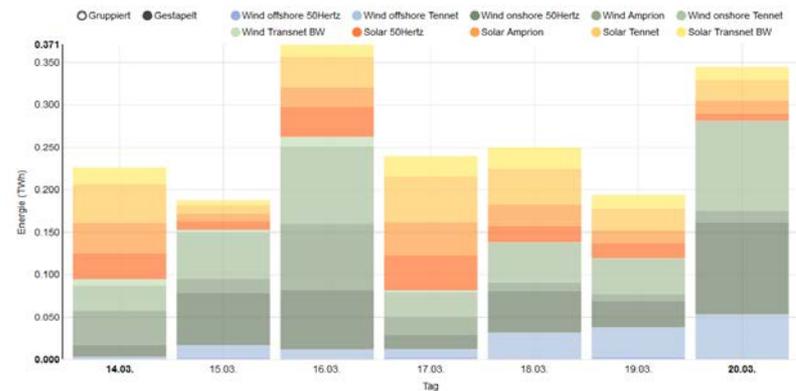
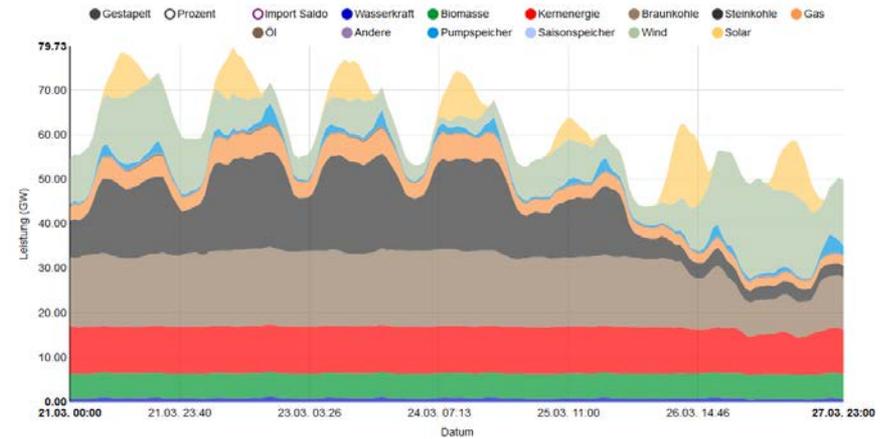
### ENERGIESYSTEMTECHNIK

Fotos © Fraunhofer ISE / Fraunhofer CSP

# Energiesystemanalyse

## Energy-Charts

- Stündlich aktualisierte Grafiken zur Stromerzeugung
- 15-Minuten Werte der erzeugten Leistung und des Verbrauchs
- Tages-, Wochen-, Monats- und Jahresenergien
- Installierte Kraftwerksleistung
- Import und Export von Strom für Deutschland und Europa
- Börsenstrompreise
- Daten zum Außenhandel mit Strom

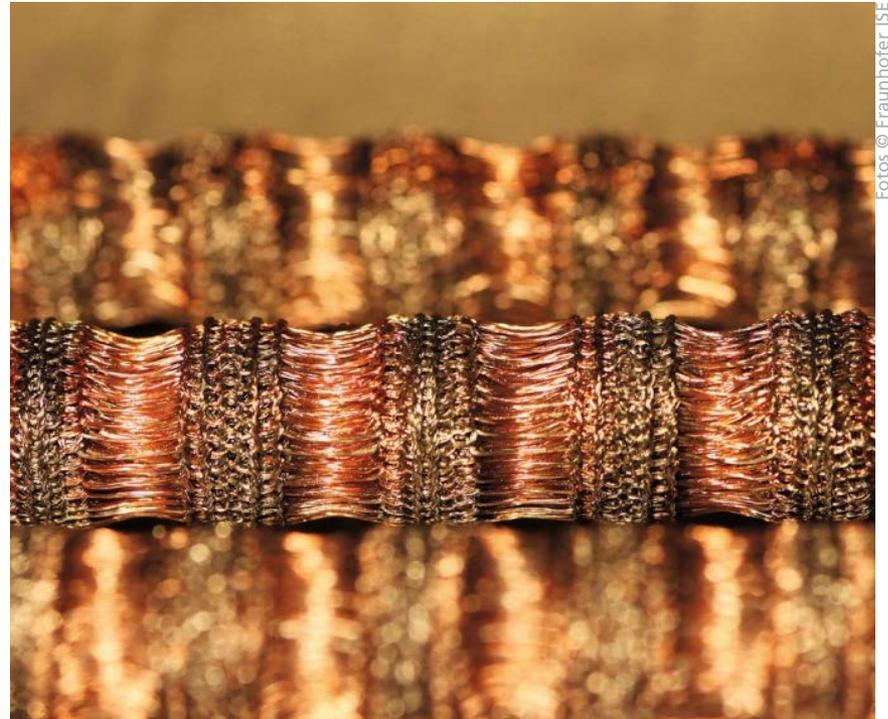


# Geschäftsfeld Gebäudeenergie-technik

## Themen

Energieeffiziente Gebäude und Anlagentechnik sind Schlüsselemente eines nachhaltigen Energiesystems.

- Gebäudehülle
- Wärme- und Kälteversorgung
- **Betriebsführung und Gesamtenergiekonzepte**
- Thermische Speicher für Gebäude
- Materialien und Komponenten für Wärmetransformation



Fotos © Fraunhofer ISE

# Gebäudehülle

## Fassaden und Fenster

- **Gebäudeintegration** von Photovoltaik und Solarthermie
- Innovative Sonnenschutzsysteme
- **Multifunktionale** Fassadensysteme
- Beschichtungsverfahren für Gläser und andere Werkstoffe zur Optimierung optischer und energetischer Eigenschaften
- **Beratung von Planern und Architekten**
- Test- und Prüflabor für Fassadenkomponenten



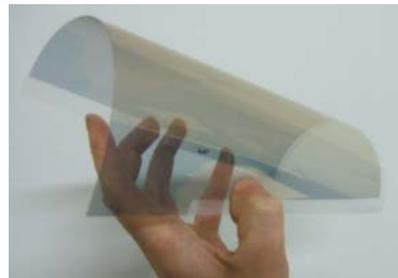
Fotos © Fraunhofer ISE

Fassadenintegrierter Solarkollektor mit visuellem Außenkontakt

# Fassaden und Fenster

## Funktionale Beschichtungen

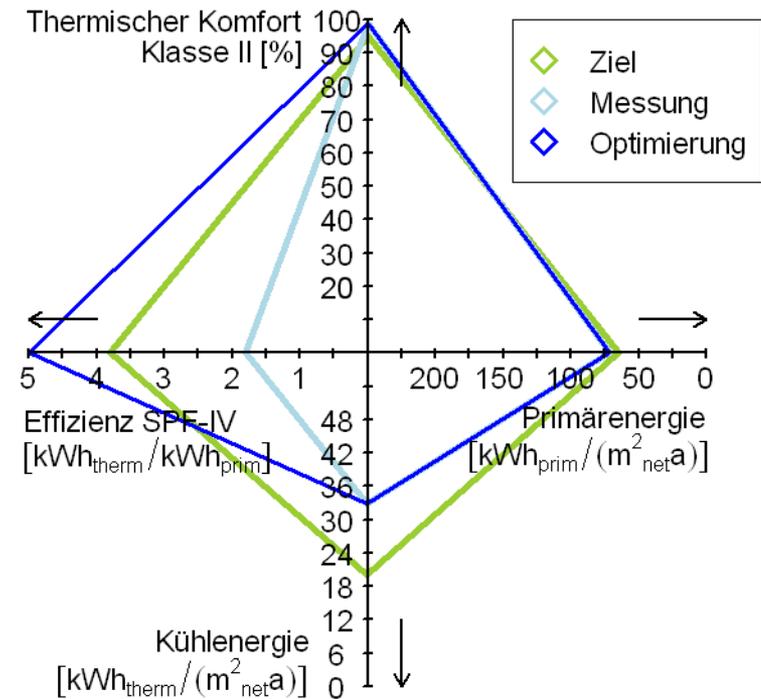
- Low-e Schichten und transparente Sonnenschutzschichten auf Glas und Polymerfolien
- Optisch schaltbare Systeme
  - Elektrochrome Systeme
  - Gasochrome Systeme
  - Photochrome Systeme
- Vakuumisolationsglas
- **Farbige** Abdeckscheiben für PV-Module



# Betriebsführung und Gesamtenergiekonzepte

## Konzeption und Bewertung von Energiekonzepten

- **Dynamische Multi-Zonen-Gebäudesimulation, gekoppelte Simulation Gebäude-Anlagentechnik**
- Auslegung und Optimierung von technischen Anlagen
- Multikriterielle Optimierung von Gebäudekonzepten unter Berücksichtigung von Energieeffizienz, Raumkomfort und Wirtschaftlichkeit
- **Planungsunterstützende Leistungen für Architekten und Planer**



Gebäudesignatur: energieeffiziente Kühlung und thermischer Raumkomfort (Planung, Messung und Optimierung)

# Gebäudebetrieboptimierung

## Intelligente Betriebsführung von Gebäuden und Anlagen

- Energie- und Anlagenmonitoring
- Entwicklung von Methoden zur automatischen Fehlererkennung und Diagnose für
  - Gebäudeautomationssysteme
  - Anlagen
  - Komponente
- **Modellprädiktive Regelung**
- **Building Information Modeling (BIM)** in der Betriebsphase von Gebäuden
- **mondas: Monitoring und Datenanalyse Softwareplattform**



Fotos © Fraunhofer ISE



---

# AGENDA

---

- Vorstellung Fraunhofer ISE
- Konzeption und Planung
- Umsetzung
- Auswertung Messdaten
- Zusammenfassung

# Planung

## Konzeptentwicklung – Randbedingungen

- **Thermodynamische** Integration von Solarthermie im Geschosswohnungsbau
    - Rücklauftemperaturniveau im Prozess Wärmeversorgung
    - Integrationsmöglichkeiten (Regeneration Erdreich, TWW-Vorwärmung,..)
  
  - **Bauliche** Integration von Solarthermie im Geschosswohnungsbau
    - Verfügbare Dachfläche mit geeigneter Ausrichtung
    - Integration (ästhetisch, hydraulisch) der Kollektoren
    - Genehmigungsverfahren
- ▶ Sinnvoll Solarthermie zu integrieren?

# Planung

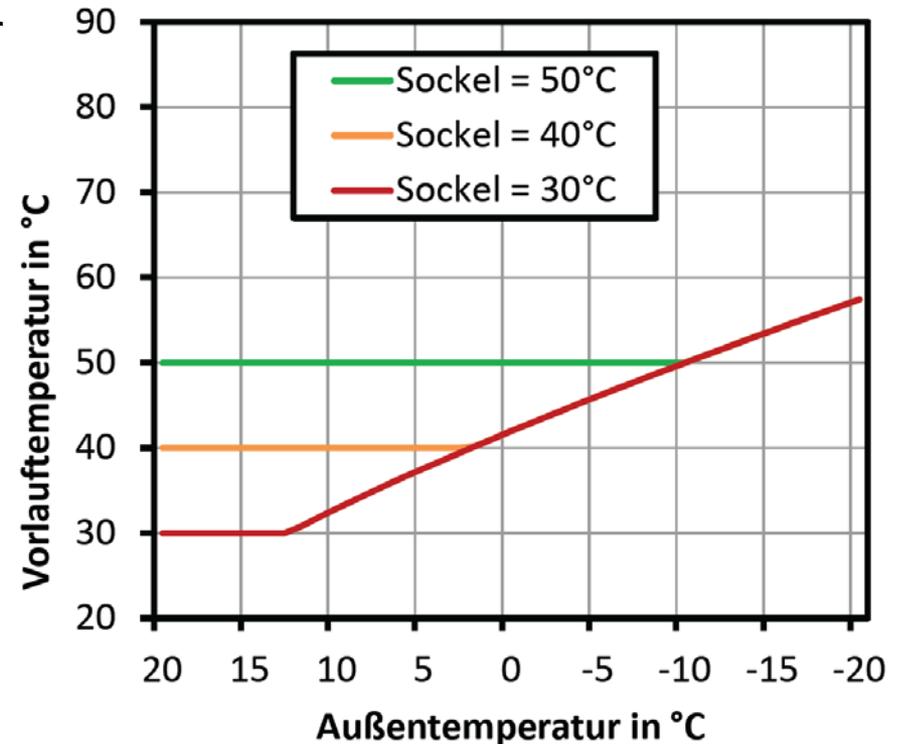
## Konzeptentwicklung

- **Leistungsfähigkeit** der Systeme zur Wärmeübergabe in den Wohnungen entscheidend
  - Typischerweise Radiatorheizkörper mit hoher Vorlauftemperatur, jedoch auch hohem Sicherheitsaufschlag
- **Auslegungsgrenzen** für eingesetzte Systeme Wärmeübergabe ermitteln
  - Ggf. sind auch geringere Vorlauftemperaturen möglich
- Ausbilden einer **Heizkurve** für **Vorlauftemperatur**
  - Sockeltemperatur für Trinkwassererwärmung im Sommer, wenn kein Heizbetrieb erfolgt

# Planung

## Konzeptentwicklung

- **Sockeltemperatur** entspricht der Soll-Vorlauftemperatur für den Sommerfall, wenn kein Heizwärmebedarf vorliegt
- **Effiziente Systemtechnik** für gute **Auskühlung** erforderlich
- **Beide Temperaturniveaus** sind für effiziente Integration von (regenerativen Energien) Solarthermie ausschlaggebend
  - Rücklauf für hohe Erträge
  - Vorlauf für hohen solarthermischen Deckungsanteil

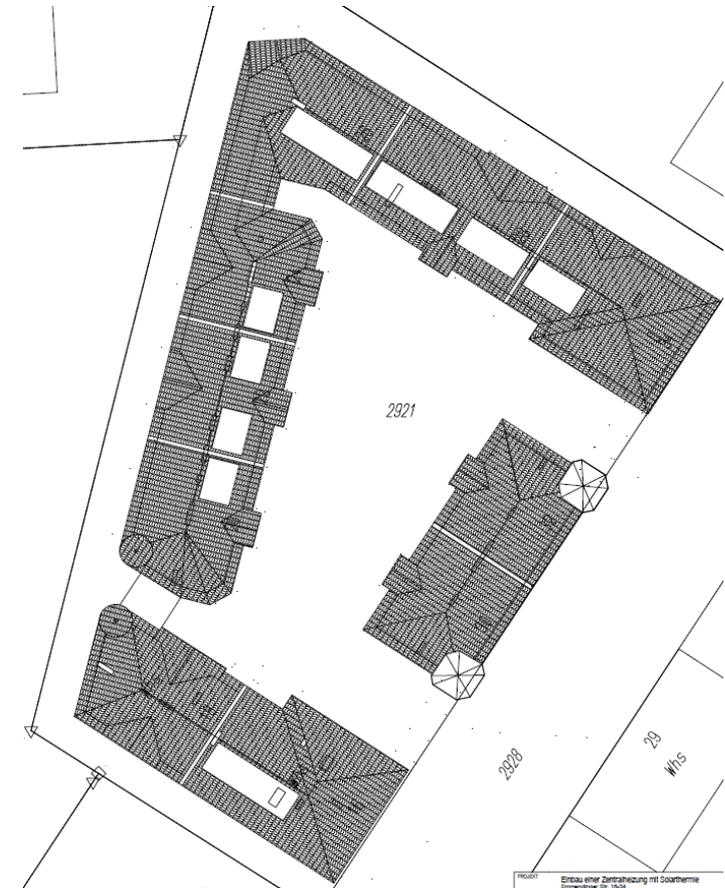


Oliver Mercker, ISFH

# Planung

## Konzeptentwicklung

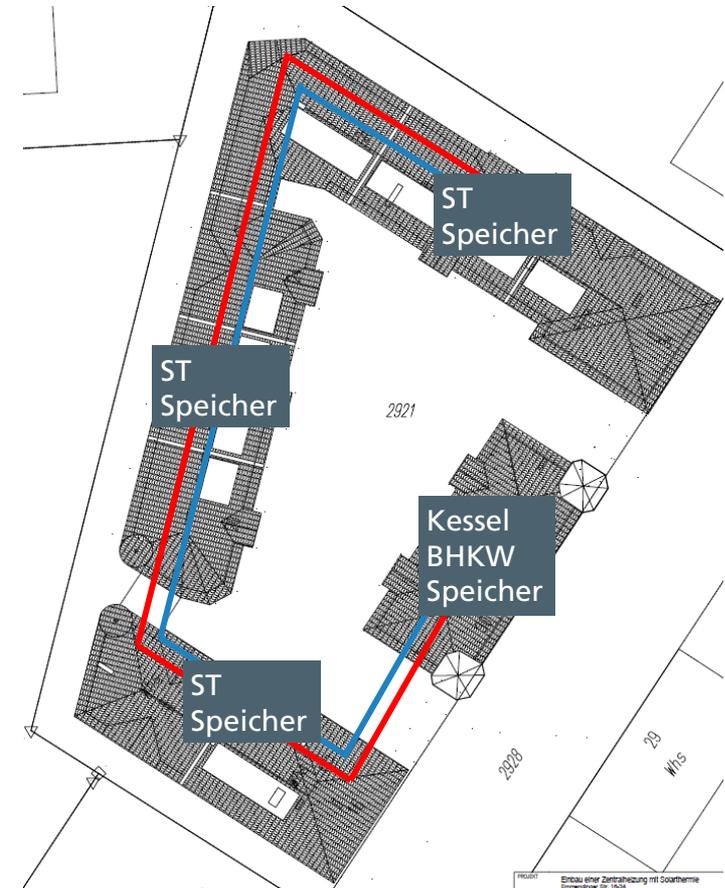
- Dimensionierung nach **VDI 6002**  
(Auslastung/Bedarf von 77 Liter Trinkwasser pro m<sup>2</sup> Wohnfläche und Tag)
  - Nach Warmwasserbedarf bei Sommerschwachlast
  - Kollektorfläche entspricht ca. 0,5 m<sup>2</sup> pro Bewohner
- Speichervolumen ca. 50 Liter pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche



# Planung

## Konzeptentwicklung

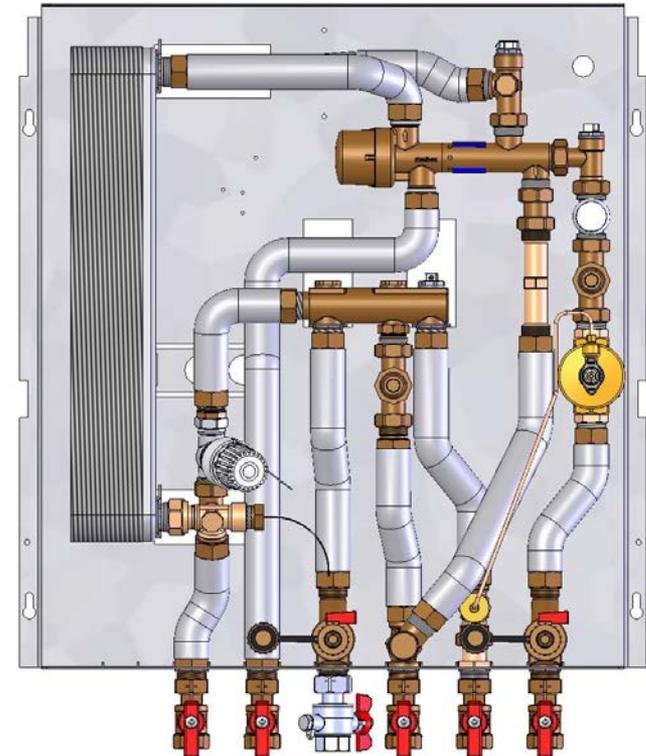
- **Ringleitung**, ausgehend von einer Heizzentrale
  - Gaskessel
  - BHKW
  - Pufferspeicher
- **Unterstationen** in jedem weiteren Gebäude
  - Einbindung ST in Pufferspeicher
  - Möglichkeit der Rückspeisung über RL der Ringleitung in Richtung Heizzentrale



# Planung

## Konzeptentwicklung

- Ausgangslage
  - 92 dezentrale Wärmeerzeuger
- Lösungsansatz
  - 2-Leitersystem
  - Dezentrale **Wohnungsübergabestationen**
- **Wissenschaftliche** Charakterisierung zur Qualitätssicherung durch Vermessung auf Prüfstand
- ▶ Optimiertes Produkt für Bauverein Breisgau eG entwickelt



Meibes System-Technik GmbH

---

# AGENDA

---

- Konzeption und Planung
- Umsetzung
- Auswertung Messdaten
- Zusammenfassung





# Umsetzung Ausführung Hydraulik – Ansicht Kollektorfeld



21

© Fraunhofer ISE  
FHG-SK: ISE-INTERNAL

**badenova**  
*Energie. Tag für Tag*

**BVB** BAUVEREIN  
BREISGAU eG

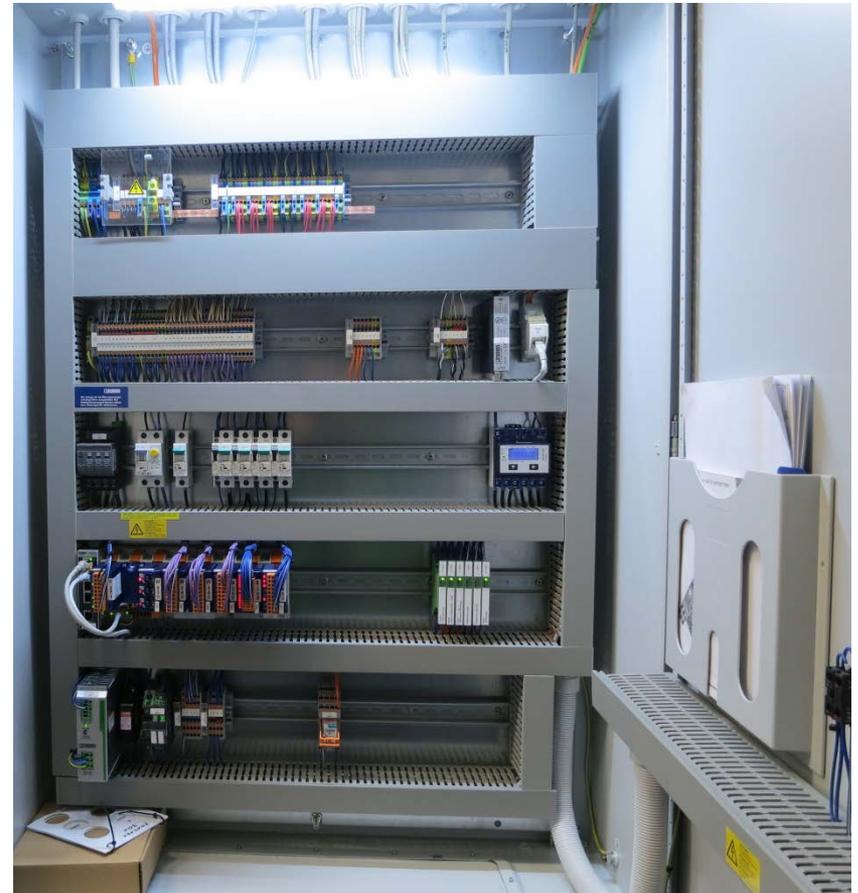
**Freiburg**   
IM BREISGAU

 **Fraunhofer**  
ISE



# Umsetzung Ausführung Regelungstechnik

- Einsatz von SPS Technik für komplette Regelungsvorgänge
- In jeder Unterstation steht ein Schaltschrank um Sensoren und Aktoren aufzulegen
- Regelungsprozeduren laufen im Schaltschrank der Heizzentrale
  - Regelung Solarkreise durch kundenspezifische Prozedur



---

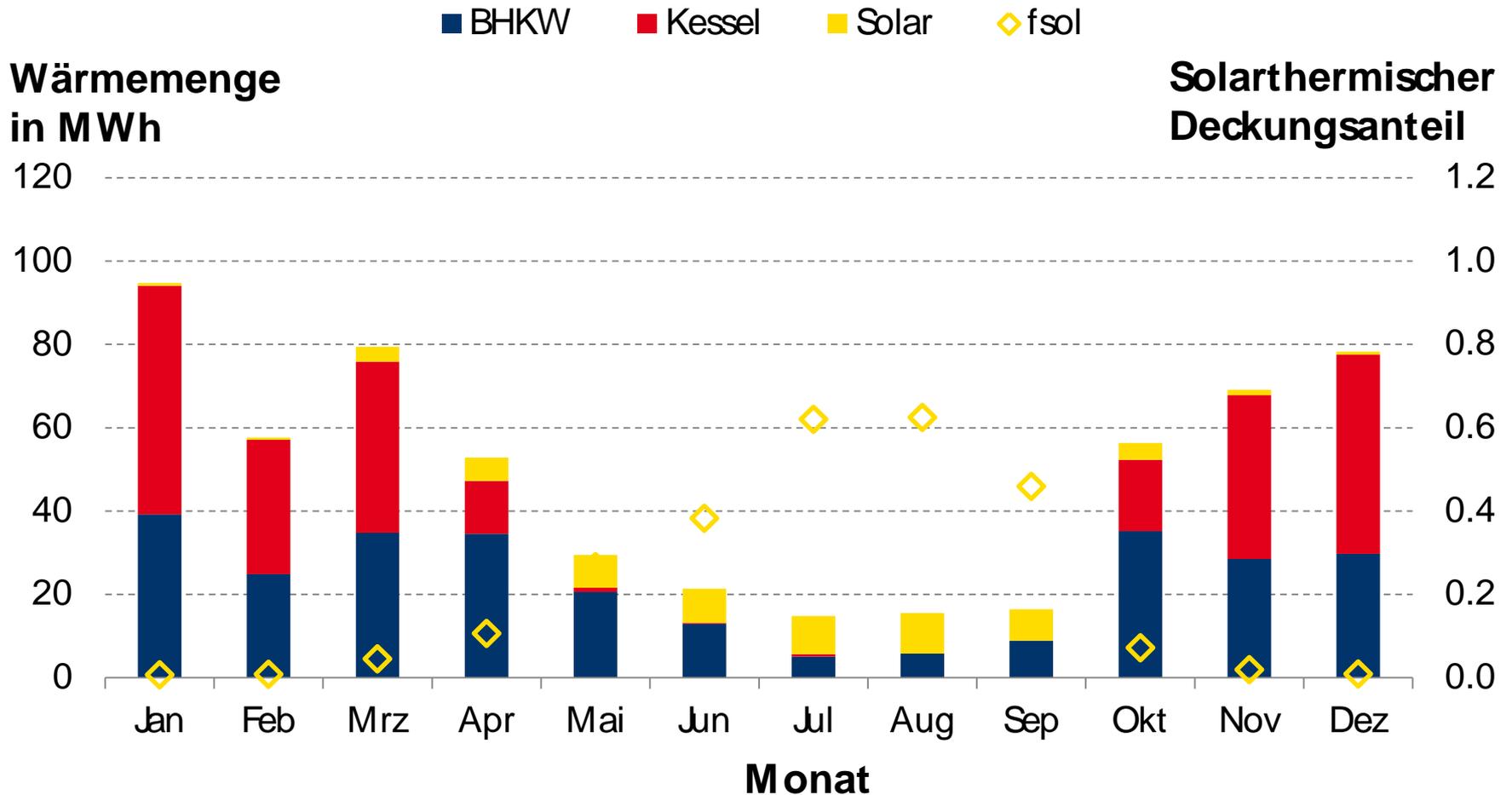
# AGENDA

---

- Konzeption und Planung
- Umsetzung
- Auswertung Messdaten
- Zusammenfassung

# Monitoring

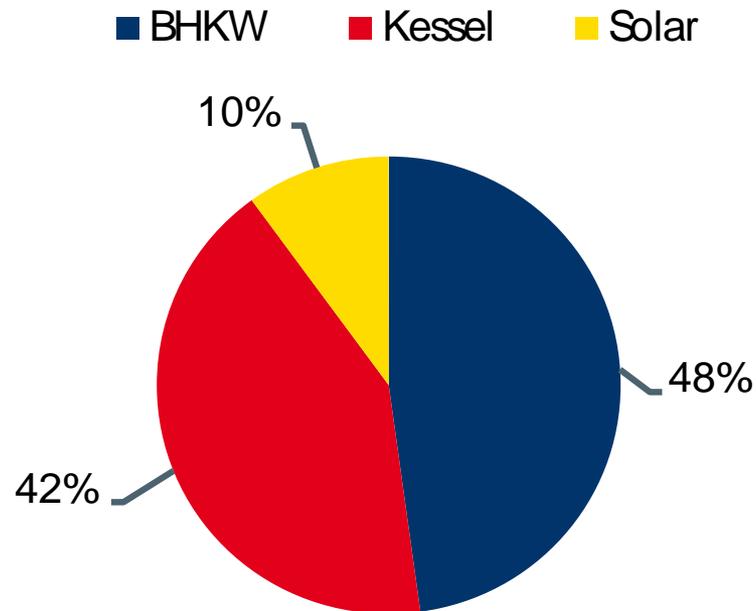
## Wärmegeführter Betrieb BHKW - 2016



# Monitoring

## Aufteilung Wärmebereitstellung - 2016

### Aufteilung Wärmebereitstellung



# Monitoring

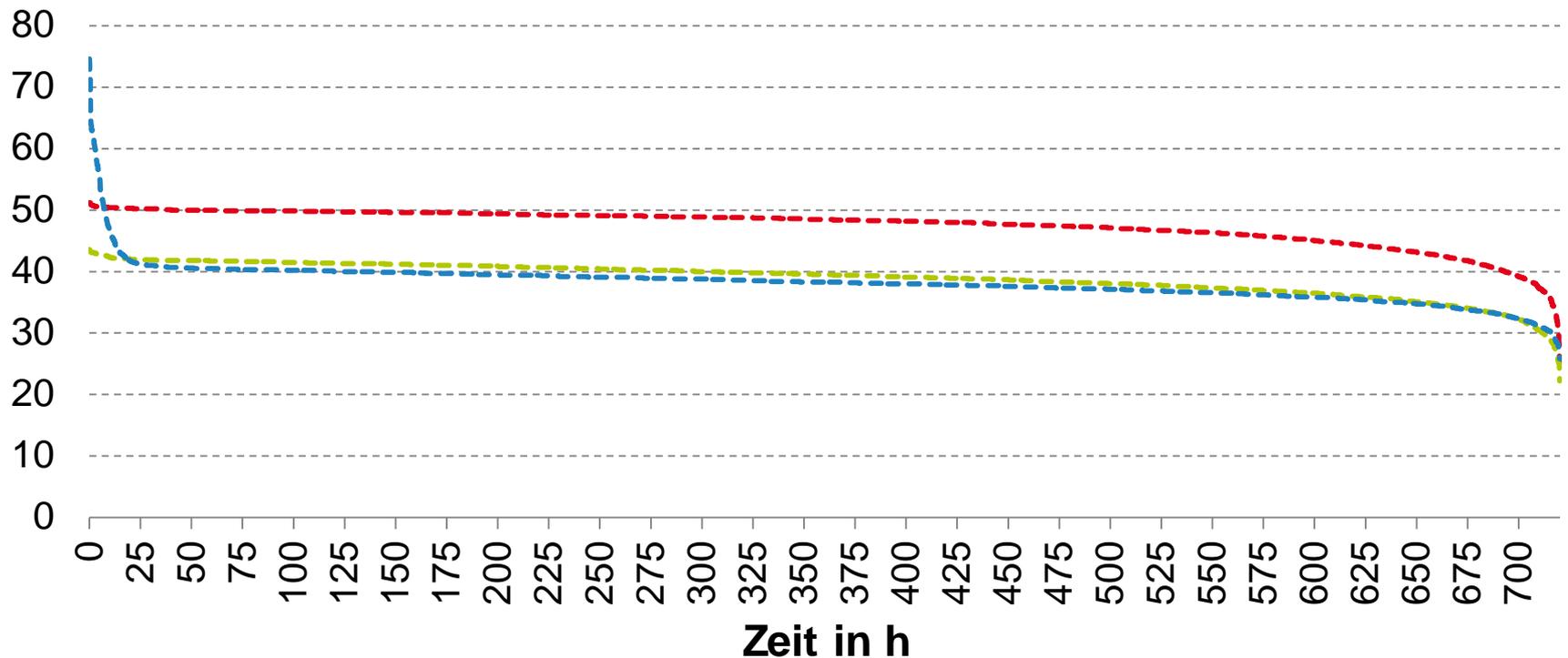
## Temperaturniveau Wärmeverteilung – 09/2016

--- T\_RL\_B

--- T\_RL\_C

--- T\_RL\_D

Sortierte  
Rücklauftemperatur in °C



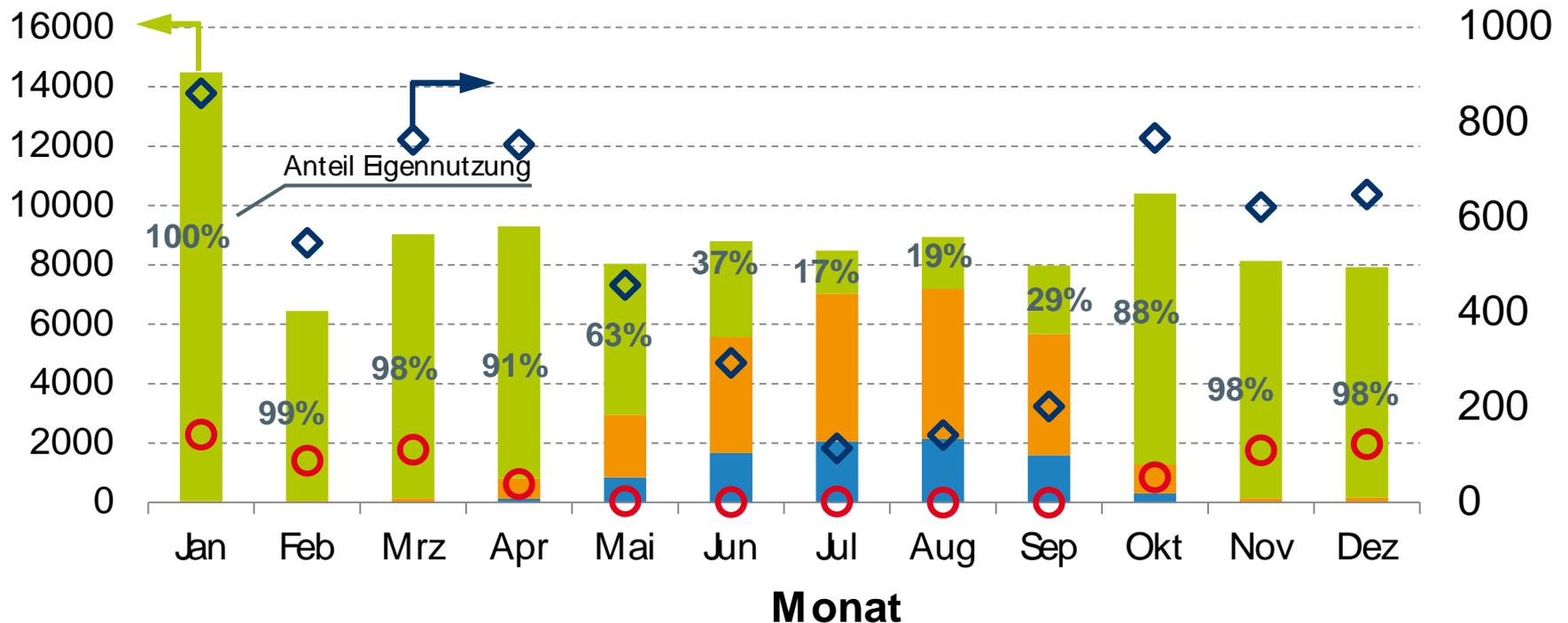
# Monitoring

## Aufteilung Mieterstrom - 2016

■ Bezug NT   
 ■ Bezug HT   
 ■ Erzeugung Mieterstrom BHKW   
 ◇ BHKW   
 ○ Kessel

Menge Mieterstrom  
in kWh

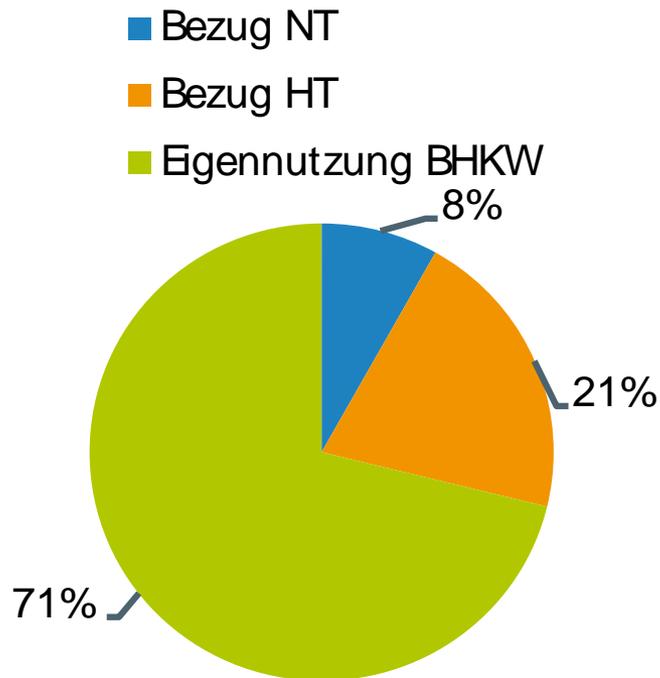
Betriebsstunden



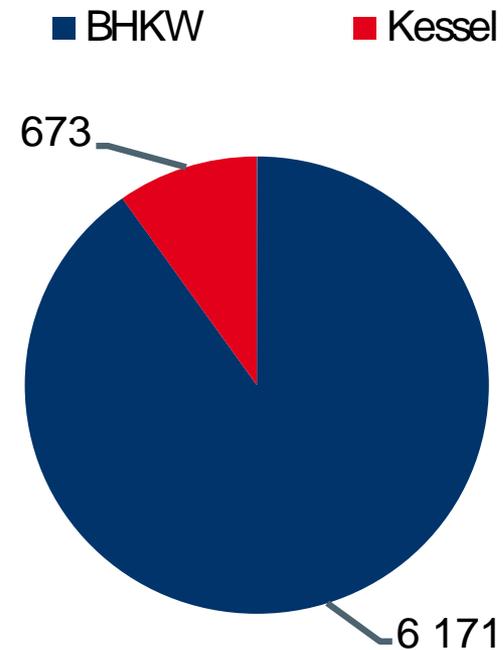
# Monitoring

## Aufteilung Mieterstrom - 2016

### Aufteilung Mieterstrom



### Aufteilung Laufzeiten



---

# AGENDA

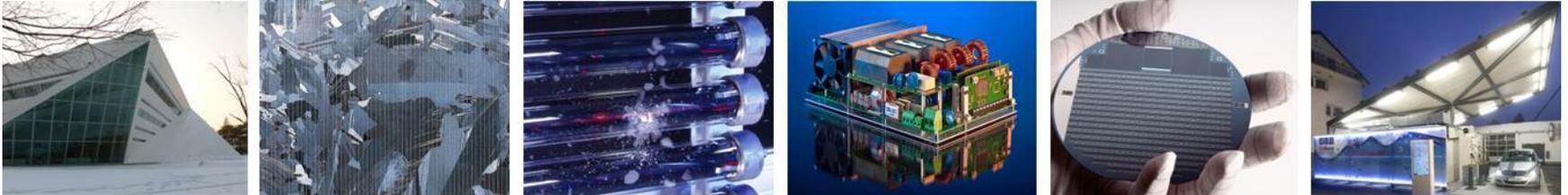
---

- Konzeption und Planung
- Umsetzung
- Auswertung Messdaten
- Zusammenfassung

# Zusammenfassung und Ausblick

- **Installation** von **Solarthermie** in alten, denkmalgeschützten Gebäudekomplex **erfolgreich umgesetzt**
- **Geringes Rücklauf Temperaturniveau** für energie-effizienten Betrieb der Anlage insbesondere bei Integration von erneuerbaren Energien
  - Einsatz von unter **wissenschaftlicher** Anleitung **modifizierten Wohnungsübergabestationen**
- **Qualitätssicherung** bei Inbetriebnahme durch **Analyse** der **Betriebsdaten**
- **Systemansatz** von Solarthermie und BHKW stellt sich sinnvoll dar, wenn
  - Solarthermischer Deckungsanteil von ST signifikant ist (>10%) – Wirtschaftlichkeit
  - Betriebsstunden des BHKW nicht geringer als 6 000 h pro Jahr sind
- Ergebnisse sind auf andere Gebäude übertragbar

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Axel Oliva

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)

[axel.oliva@ise.fraunhofer.de](mailto:axel.oliva@ise.fraunhofer.de)

# Kosten

## Haustechnik

### Kosten pro Hausanschluss [k€]

