



Technische Hochschule  
Ingolstadt

Institut für  
neue Energie-Systeme

## *Aktuelle und zukünftige Forschungsfelder in der Solarthermie*

Dr.-Ing. Michael Klärner 20.05.2015



- Einführung
- Forschungsfelder
  - Kollektorentwicklung
  - Gebäude-Energiesystemtechnik
  - Regelungstechnik
  - Fernwärme
- Zusammenfassung

- Einführung
- Forschungsfelder
  - Kollektorentwicklung
  - Gebäude-Energiesystemtechnik
  - Regelungstechnik
  - Fernwärme
- Zusammenfassung

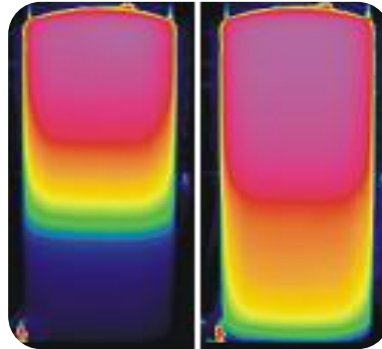
- Dr.-Ing. Michael Klärner
  - 2009: Dipl.-Ing. (FH) Maschinenbau an Hochschule Kempten
  - 2010 – 2014: Wissenschaftlicher Mitarbeiter an Hochschule Kempten und TU München
  - 2014: Kooperative Promotion an der TU München
  - Seit 2015: Leiter Technologiefeld Solarenergietechnik am Institut für neue Energie-Systeme der TH Ingolstadt
- Institut für neue Energie-Systeme (InES)
  - 4 forschende Professoren
  - 18 wissenschaftliche MitarbeiterInnen
  - 10 Studierende
  - 30 öffentlich geförderte Forschungsprojekte und Industrieprojekte





### Bioenergie- technik

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



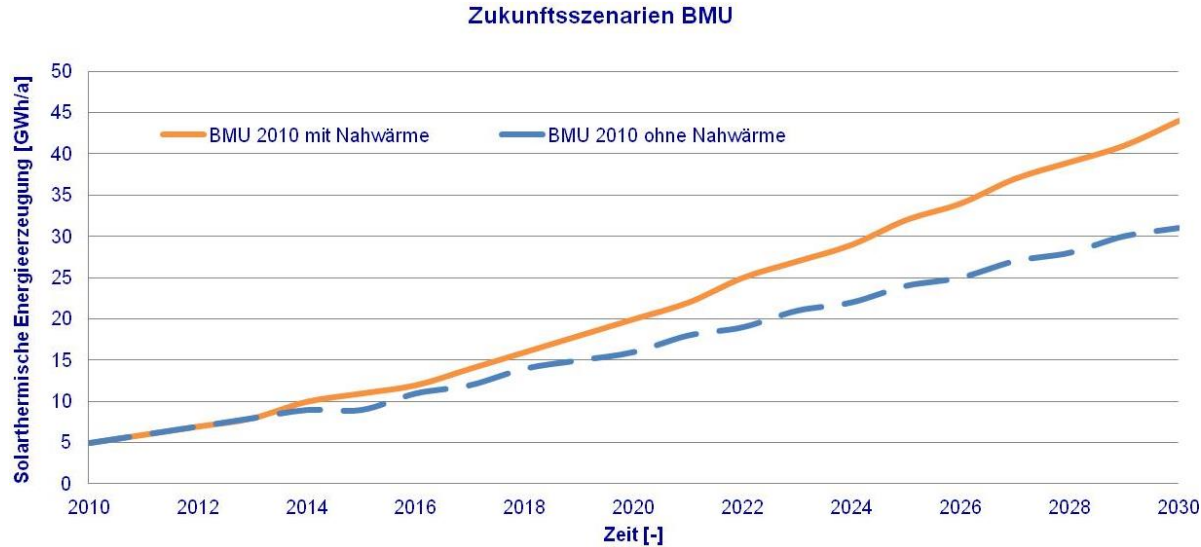
### Energiesystem- technik

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



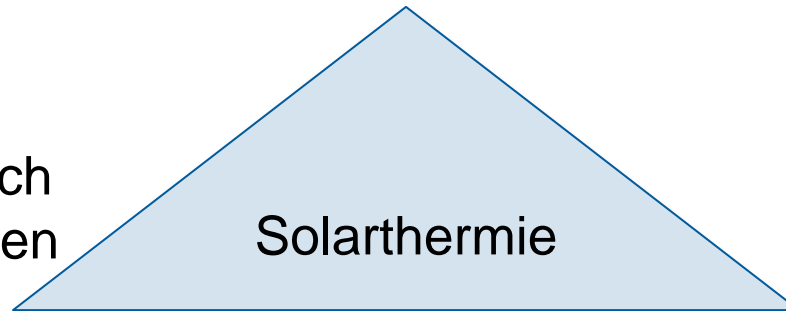
### Solarenergie- technik

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



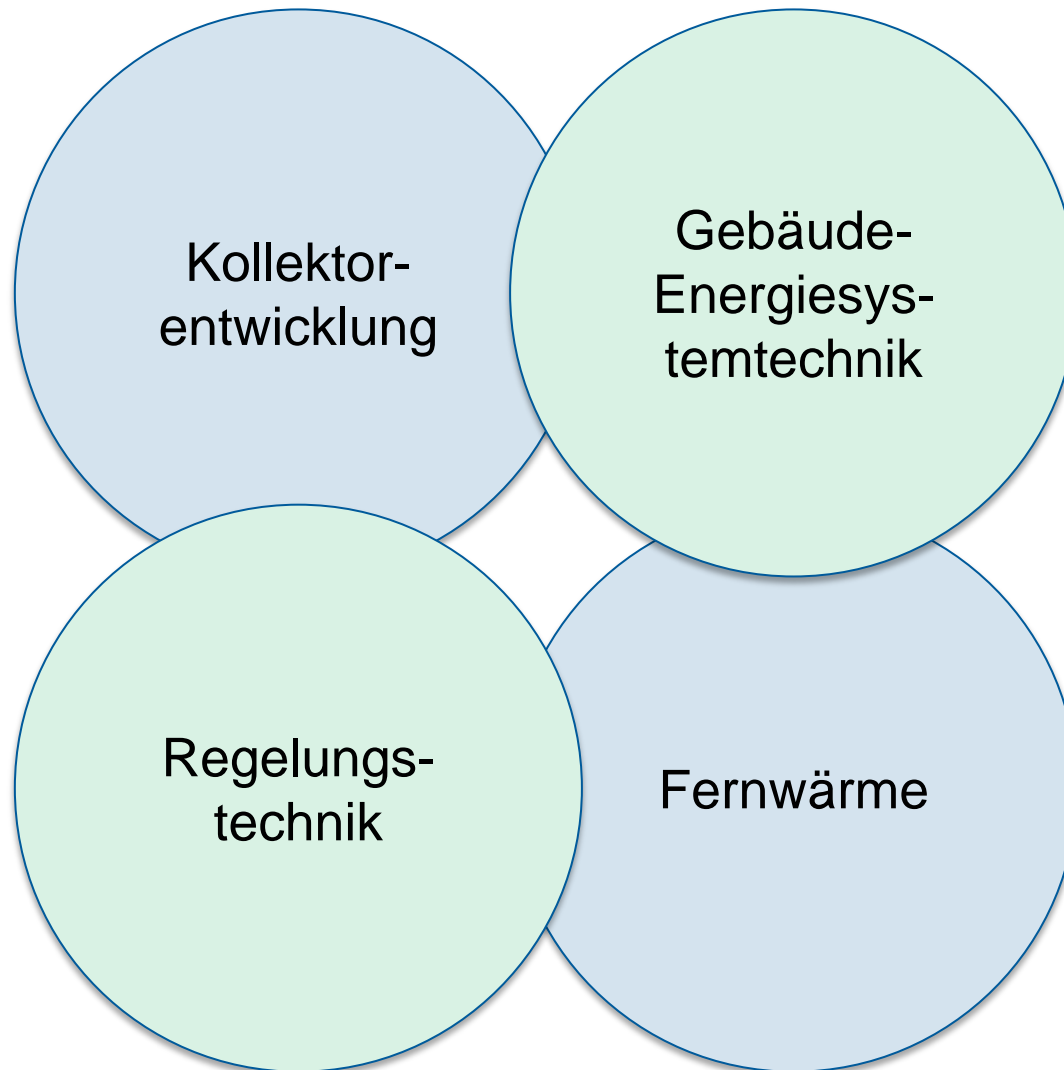
### Flächenkonkurrenz durch PV

Kostendruck durch  
die konventionellen  
Energien



Konkurrenz zu  
erneuerbaren  
Wärmeerzeugern

- Einführung
- **Forschungsfelder**
  - Kollektorentwicklung
  - Gebäude-Energiesystemtechnik
  - Regelungstechnik
  - Fernwärme
- Zusammenfassung





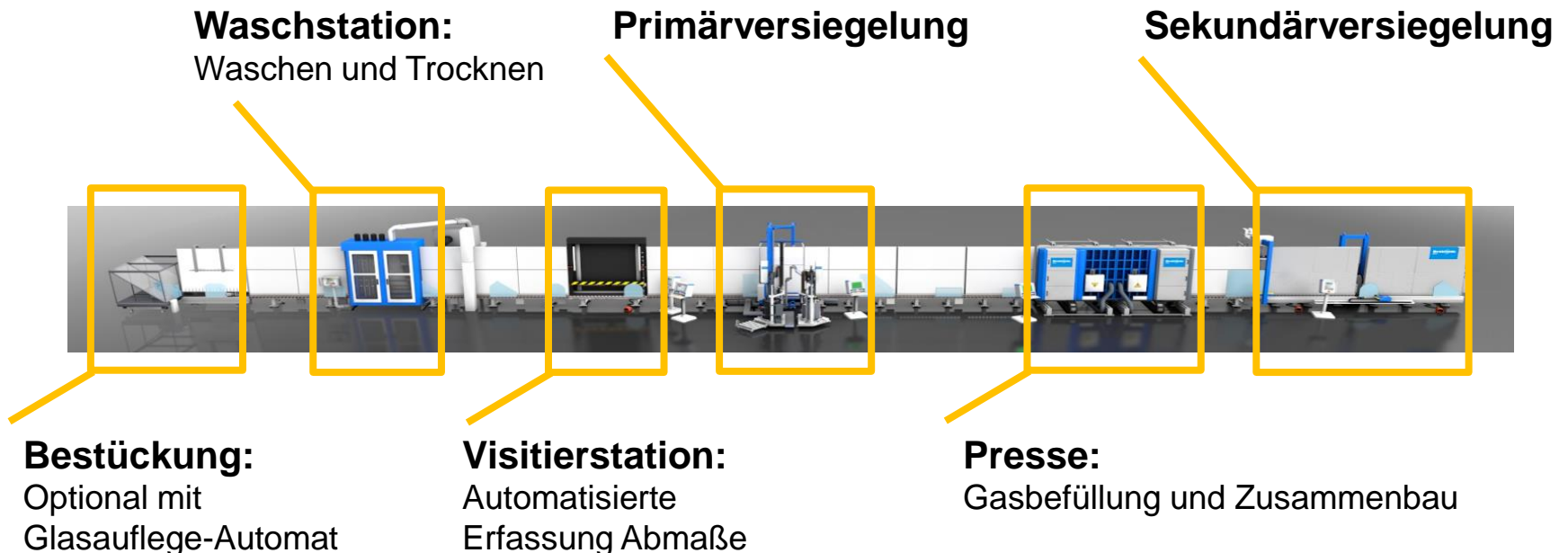
- TPS-Kollektorfertigung – Adaption eines optimierten Kollektordesigns an eine vollautomatische Fertigungslinie
- Laufzeit von 2011 bis 2014
- Projektpartner
  - Bystronic Glass GmbH – Anlagenbau für Isolierglasfertigungslinien
  - Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energie-Systeme



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



- Adaption der Produktionstechnik für Isoliergläser zur Herstellung von Flachkollektoren (Nutzung von Synergien)
- Verwendung von modernen Klebetechniken statt mechanischen Verbindungstechniken (→ Kollektorgehäuse)



- Hermetisch-dichter Kollektor mit elastischem Randverbund
  - Keine Verschmutzung durch Umwelteinflüsse
  - Reduzierte konvektive Wärmeverluste
  - Effizienzsteigerung durch Edelgasfüllung
  - Fertigungstechnische Vorteile
- Verringerung der Produktionskosten (Stückzahlabhängig)
  - $\leq 5\%$  bei Vollauslastung
  - $> 10\%$  bei 50 %iger Auslastung
- Modulare Integration der TPS-Fertigungstechnik in bestehende Anlagen vielversprechend
- Hohe und reproduzierbare Qualität durch automatisierte Fertigung
- - 75 % Klebstoffkosten bei optimierter Absorbergeometrie

- Neue Materialien und Fertigungsprozesse
  - Höhere Automatisierung und Qualitätssicherung
  - Senkung Herstellungskosten
  - Senkung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks
- Neue und optimierte Kollektorkonzepte
  - Hocheffiziente Kollektoren, z.B. gasgefüllt
  - Low-Cost-Kollektoren, z.B. aus Standard-Kunststoffen
- Standardisierung der Montagetechnik
  - Einfache und kostengünstige Montage
  - Gleiche Montagetechnik für Solarthermie und PV
- Integration in die Gebäudehülle

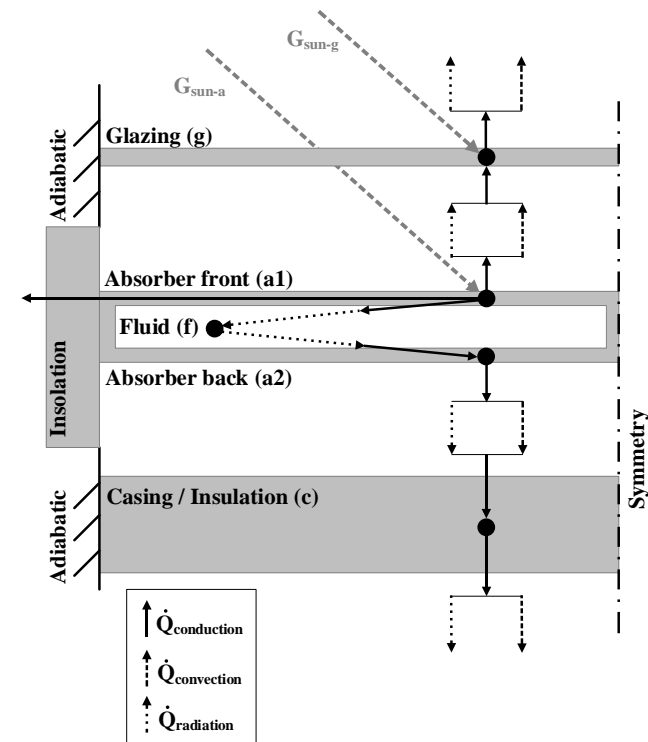
- KUKO III – Untersuchungen zur Fertigungstechnik und Kollektorkonstruktion für Vollkunststoff-Kollektoren
- Laufzeit von 2012 bis 2015
- Projektpartner
  - Roth Werke GmbH – Hersteller von Kunststoffkomponenten
  - Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energie-Systeme



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

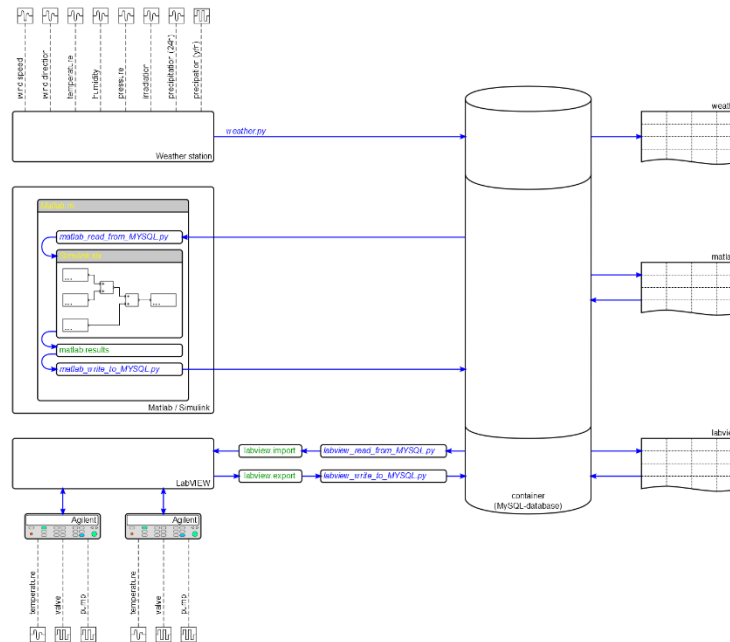


- 2 Stufen zum Kunststoff-Solarsystem
  - Entwicklung von Kunststoff-Kollektor-Prototypen
  - Systemtests
- Ziele für die 1. Stufe
  - Senkung der Wärmegestehungskosten durch Verwendung von Massenkunststoffen in der Solarthermie
  - Untersuchung unterschiedlicher Herstellungsverfahren für die Kollektorfertigung
  - Entwicklung eines serienreifen Kunststoffkollektors (v.a. durch den Projektpartner)
  - Aufbau und Validierung eines physikalischen Simulationsmodells für den Kollektor



### ■ Ziele für die 2. Stufe

- Aufbau und Validierung von unterschiedlichen Systemmodellen
- Aufbau eines Hardware-in-the-Loop-Prüfstands zur Evaluierung der solarthermischen Erträge



- Standardisierung
  - Systemtechnik bei kleinen Anlagen -> Low-Cost-Anlagen
  - Systemprüfungen und Systemeffizienz (Energielabel)
- Systematisches Monitoring von Alt- und Neuanlagen
- Demonstrationsprojekte
  - Systematische Kombination mit unterschiedlichen Wärmeerzeugern, z.B. BHKW, Holzkessel
  - Kombinierte Speichernutzung
  - Großanlagen zur Warmwasserbereitung und mit Heizungsunterstützung
  - Nutzung der Speichermasse des Gebäude

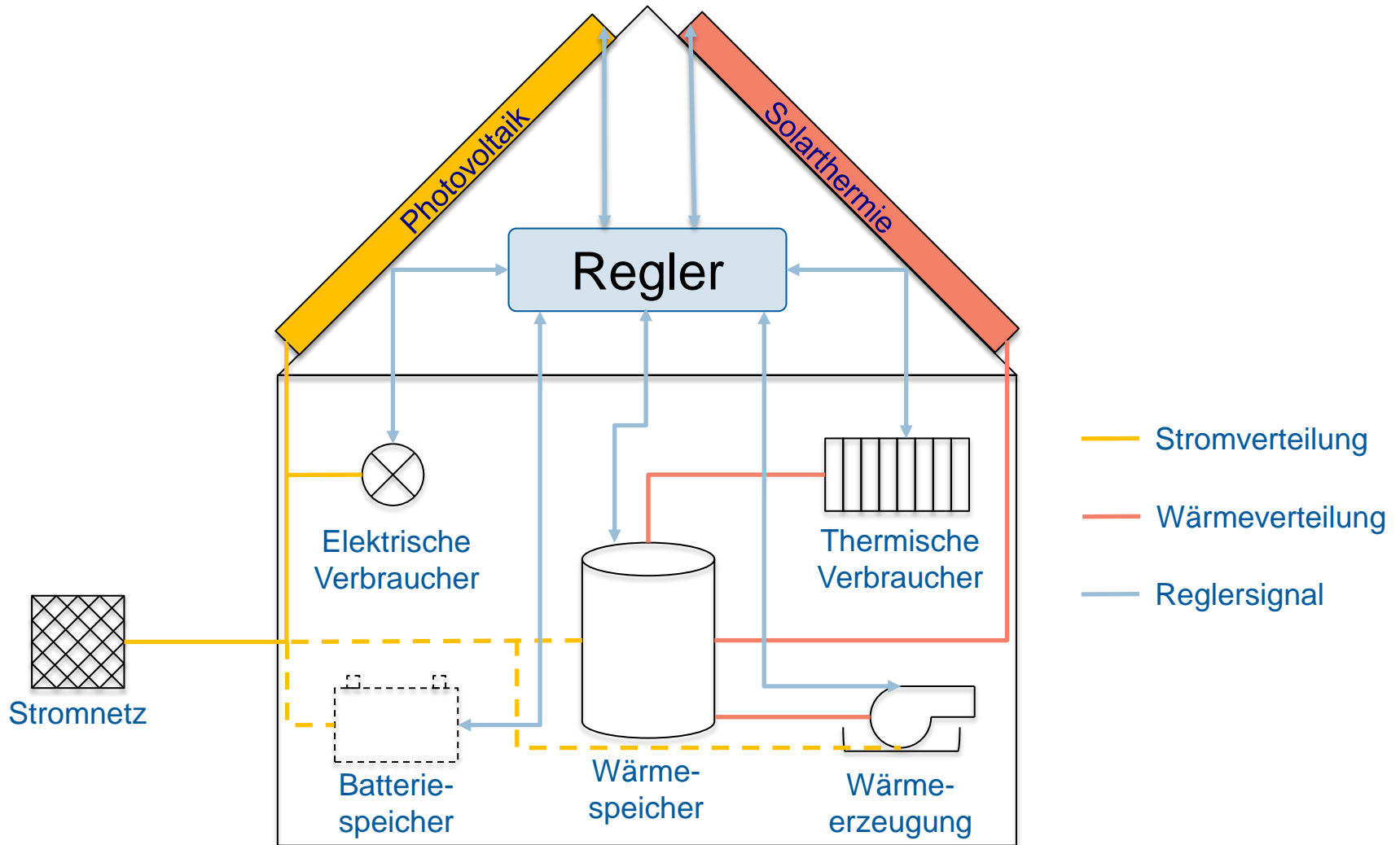


- PVSol – Entwicklung eines Reglers zur optimierten solarunterstützten Energieversorgung im Einfamilienhaus
- Laufzeit von 2015 bis 2016
- Projektpartner
  - Steca Elektronik GmbH – Regler für PV, Batterien und Solarthermie
  - Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energie-Systeme



## Optimierte solare Energieversorgung von Einfamilienhäusern

- Analyse der Lastprofile (Strom, Heizung, TWW)
- Analyse typischer Komponenten und Systemkonzepte
- Optimierte Steuerung des lokal erzeugten PV-Stroms
- Entwicklung und Simulation von Regelstrategien für energetisch optimiertes Zusammenspiel zwischen Erzeugung, Speicherung und Verbrauch (Strom, Wärme, kombiniert)
- Definition und Test eines übergeordneten Reglers für unterschiedliche Systemkombinationen



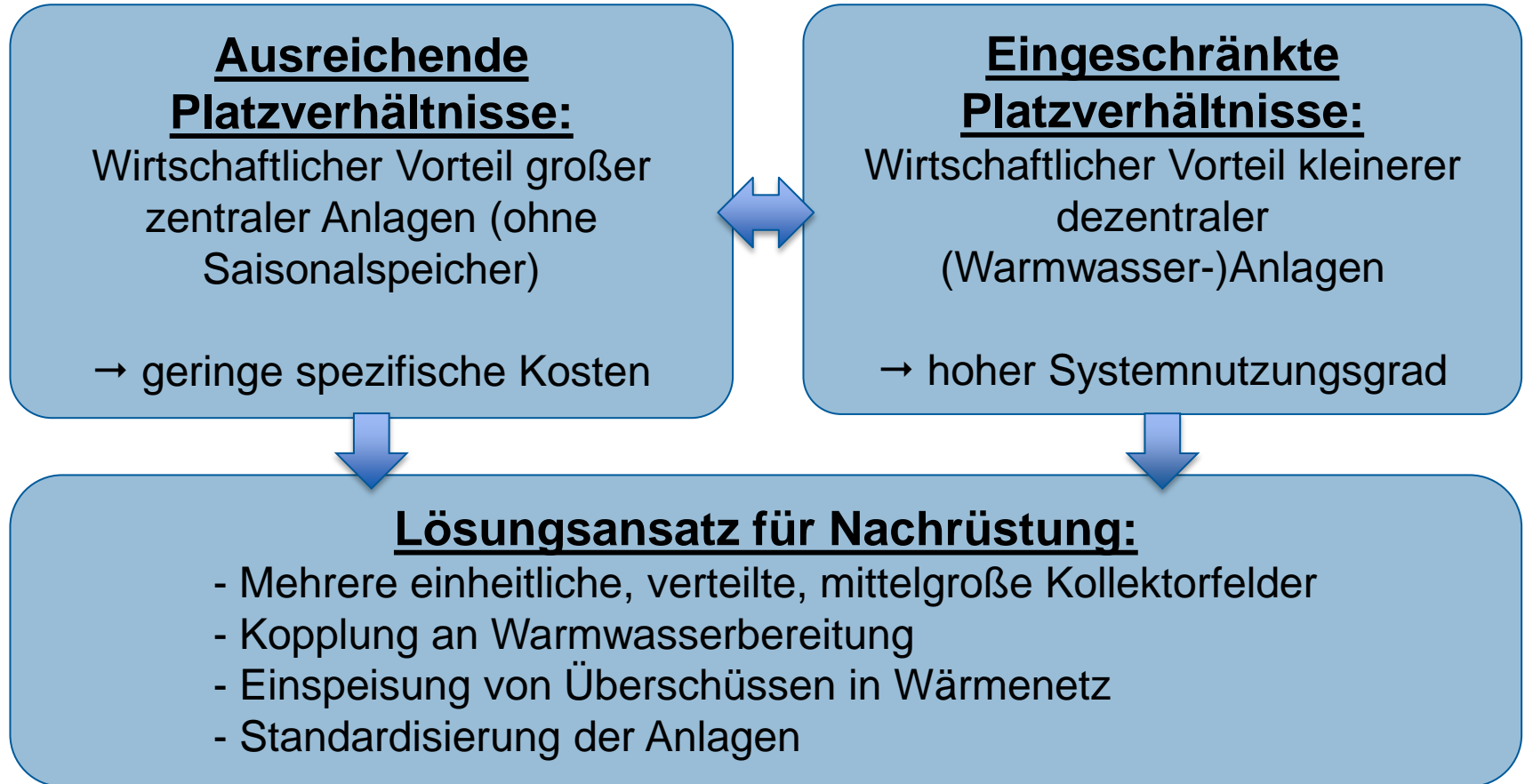
- Entwicklung und Demonstration neuer Regelstrategien und Regler
  - Neue Regel-Algorithmen
  - Selbstlernende Regler
- Übergeordnete Regler zur Gebäude-Energieversorgung
  - Abstimmung zwischen mehreren Wärmeerzeugern
  - Kopplung von Strom und Wärme
  - Optimierung des solaren Deckungsgrads
- Vernetzung des Reglers
  - Wetterprognose
  - Ertrags- und Qualitätssicherung der Solaranlagen
  - Später: Berücksichtigung variabler Strompreise
  - Vernetzung mehrerer Gebäuden zu Energieverbänden

- smartSOLgrid – Solares Smart Grid im Wärmebereich
- Laufzeit von 2013 bis 2016
- Projektpartner
  - Gemeinnützige Wohnungsbau-Gesellschaft Ingolstadt GmbH
  - CitrinSolar GmbH Energie- und Umweltechnik
  - Technische Hochschule Ingolstadt – Institut für neue Energie-Systeme

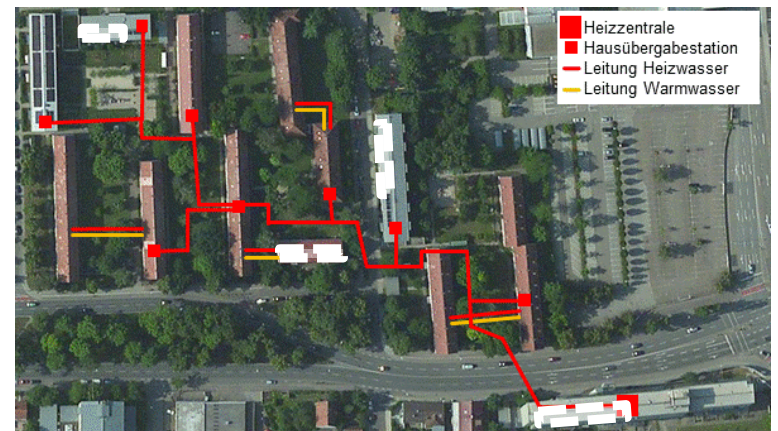
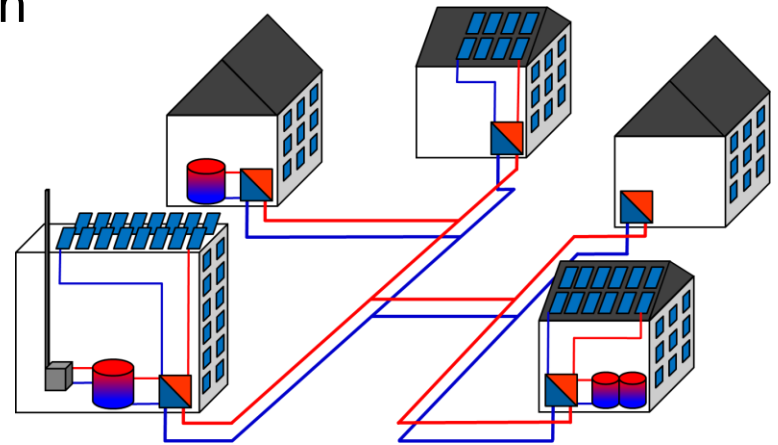


Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie





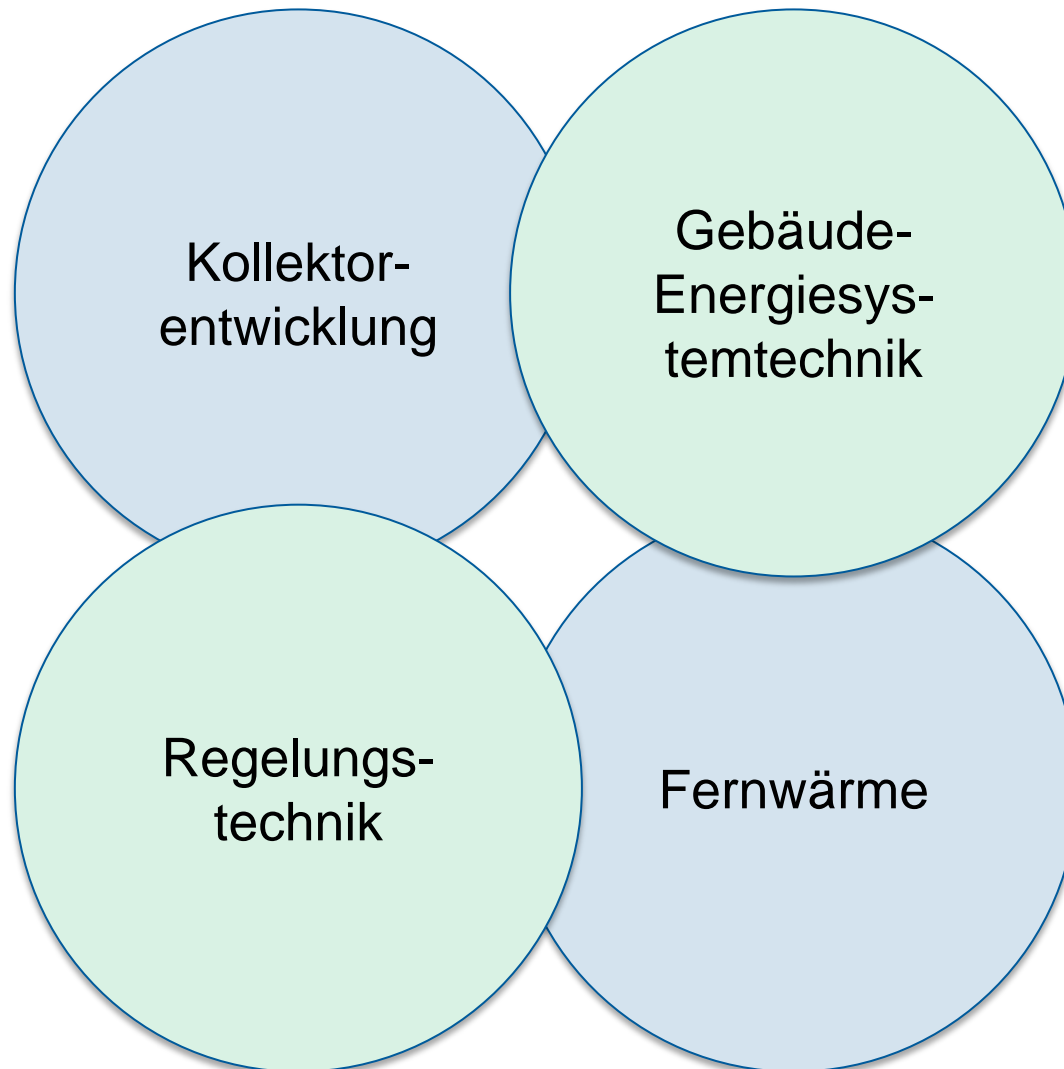
- Vergleich unterschiedlicher Kollektoren
  - Keine Nachteile des Flachkollektors bei reiner Warmwasserbereitung gegenüber Hochleistungskollektoren
  - Ansatz kaskadierter Nutzung:
    1. Primäre Deckung des Warmwasserbedarfs im Gebäude
    2. Einspeisung ins Wärmenetz bei sommerlichen Überschüssen (Stagnationsvermeidung)
- Wirtschaftlicher Betrieb je nach Einspeisesituation möglich: Wärmegestehungspreise zwischen 4 ct/kWh (100 % Warmwasser) und 12 ct/kWh (100 % Netzeinspeisung)



- Demonstrationsprojekte
  - Zentrale Großkollektoranlagen (in Deutschland)
  - Dezentrale Kleinanlagen
  - Kombinationen mit anderen zentralen und dezentralen Wärmeerzeugern, z.B. Wärmepumpe, Holzkessel, BHKW
- Standardisierung dezentrale Netzeinspeise-Stationen
- Kopplung mit dem Stromnetz zum Ausgleich positiver und negativer Residuallasten. Rolle der Solarthermie?



- Einführung
- Forschungsfelder
  - Kollektorentwicklung
  - Gebäude-Energiesystemtechnik
  - Regelungstechnik
  - Fernwärme
- Zusammenfassung





Technische Hochschule  
Ingolstadt

Institut für  
neue Energie-Systeme



*Aktuelle und zukünftige  
Forschungsfelder in der Solarthermie*

Dr.-Ing. Michael Klärner 20.05.2015

**Interesse an gemeinsamen Projekten?**

**Dann kontaktieren Sie mich gerne:**

**Michael.Klaerner@thi.de**