

# Praxiserfahrungen mit Sonnenhäusern in Deutschland

**Dr. Harald Drück**

**Solar- und Wärmetechnik Stuttgart (SWT)**

**Universität Stuttgart**

**Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik (ITW)**

**Forschungs- und Testzentrum für Solaranlagen (TZS)**

**E-Mail: [drueck@swt-stuttgart.de](mailto:drueck@swt-stuttgart.de)**

**Internet: [www.swt-technologie.de](http://www.swt-technologie.de); [www.itw.uni-stuttgart.de](http://www.itw.uni-stuttgart.de)**

# TZS

Das größte Prüfzentrum und das größte universitäre Forschungszentrum für thermische Solartechnik in Europa



# Übersicht

- Begriffsdefinitionen
- Vorstellung des Projekts „HeizSolar“
- Untersuchte Gebäude
- Ergebnisse der messtechnischen Untersuchungen von neun SolarAktivHäusern
- Kosten und Förderung von SolarAktivHäusern
- Fazit und Ausblick auf zukünftige Weiterentwicklungen

# Begriffsdefinitionen

## SolarAktivHaus (SAH) und SolarAktivHaus Plus (SAH<sup>+</sup>)

**Solar Aktive Gebäude bzw. Solar Active Houses (SAH)**  
sind energieeffiziente Gebäude mit einem solar-  
thermischen Deckungsanteil von mindestens 50 %.

**Solar Aktive Gebäude Plus bzw. Solar Active Houses Plus (SAH<sup>+</sup>)**  
sind SolarAktivHäuser (SAH) mit einer zusätzlichen PV-Anlage  
die mindestens 50 % des vom Gebäude benötigten Strom-  
bedarfs liefert d.h. solarelektrischer Deckungsanteil mind. 50 %.

# Das Forschungsprojekt „HeizSolar“

## Zielsetzung

- messtechnische Untersuchung von neun **SolarAktivHäusern (SAH) mit mindestens 50 % solarthermischem Deckungsanteil**
- simulationstechnische Optimierung des SAH-Konzepts
- ökonomische und ökologische Bewertung von SAH und Vergleich mit anderen Wärmeversorgungskonzepten
- Übertragung auf den Gebäudebestand

**Laufzeit:** Sep. 2010 bis Jul. 2015

## Konsortium

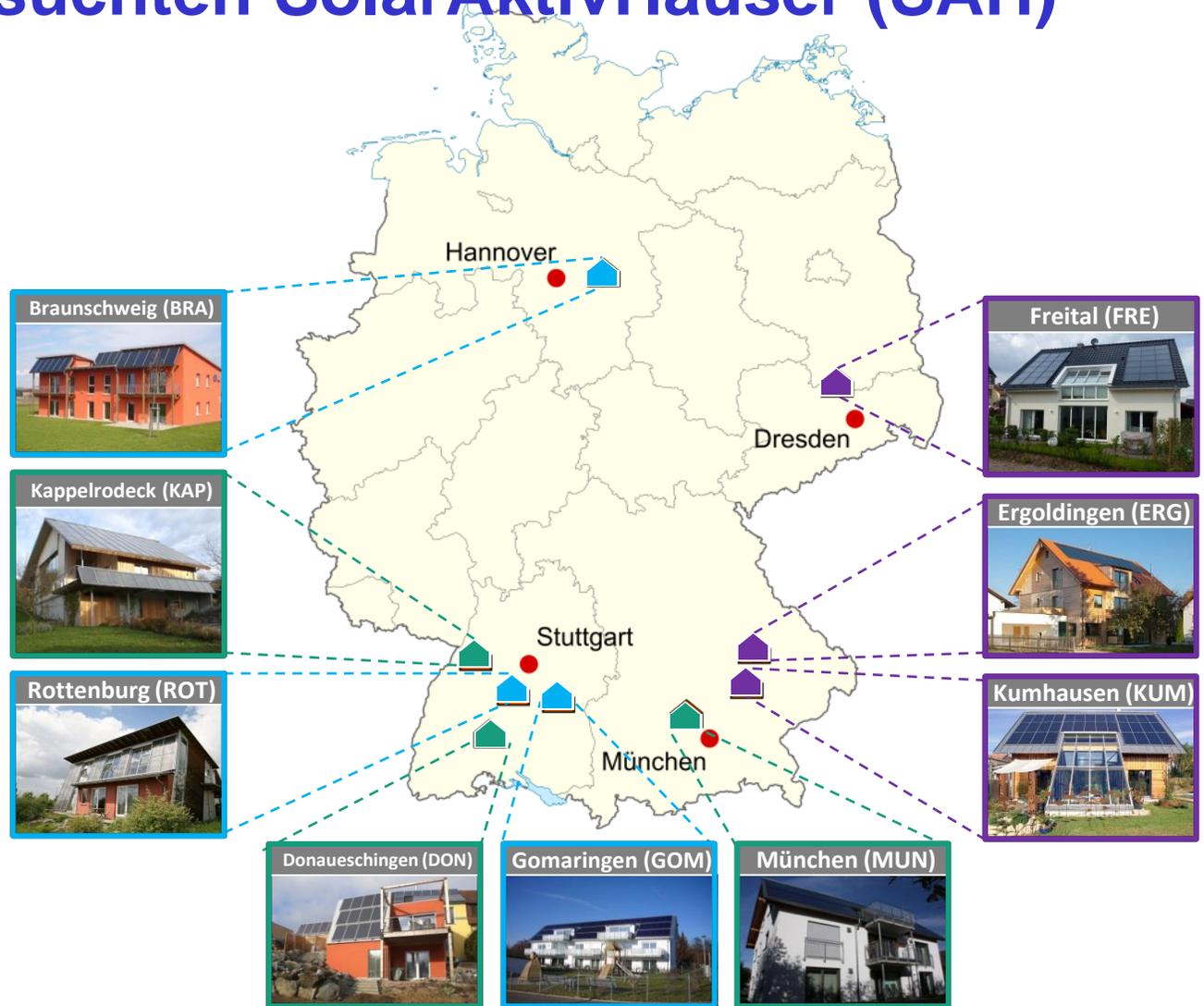


## Förderung



# Die untersuchten SolarAktivHäuser (SAH)

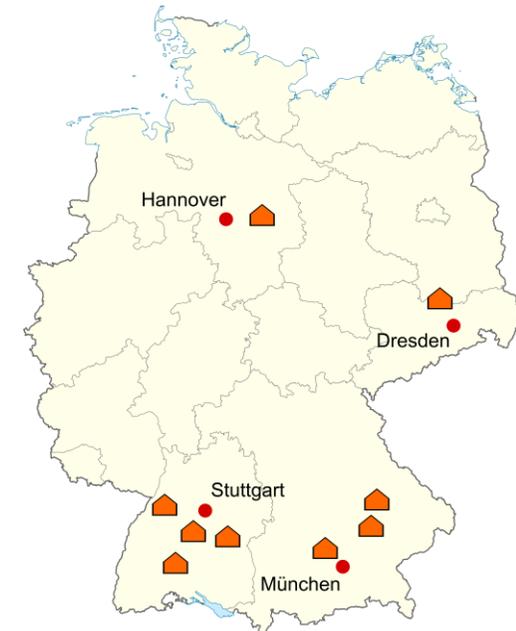
Betreut von:



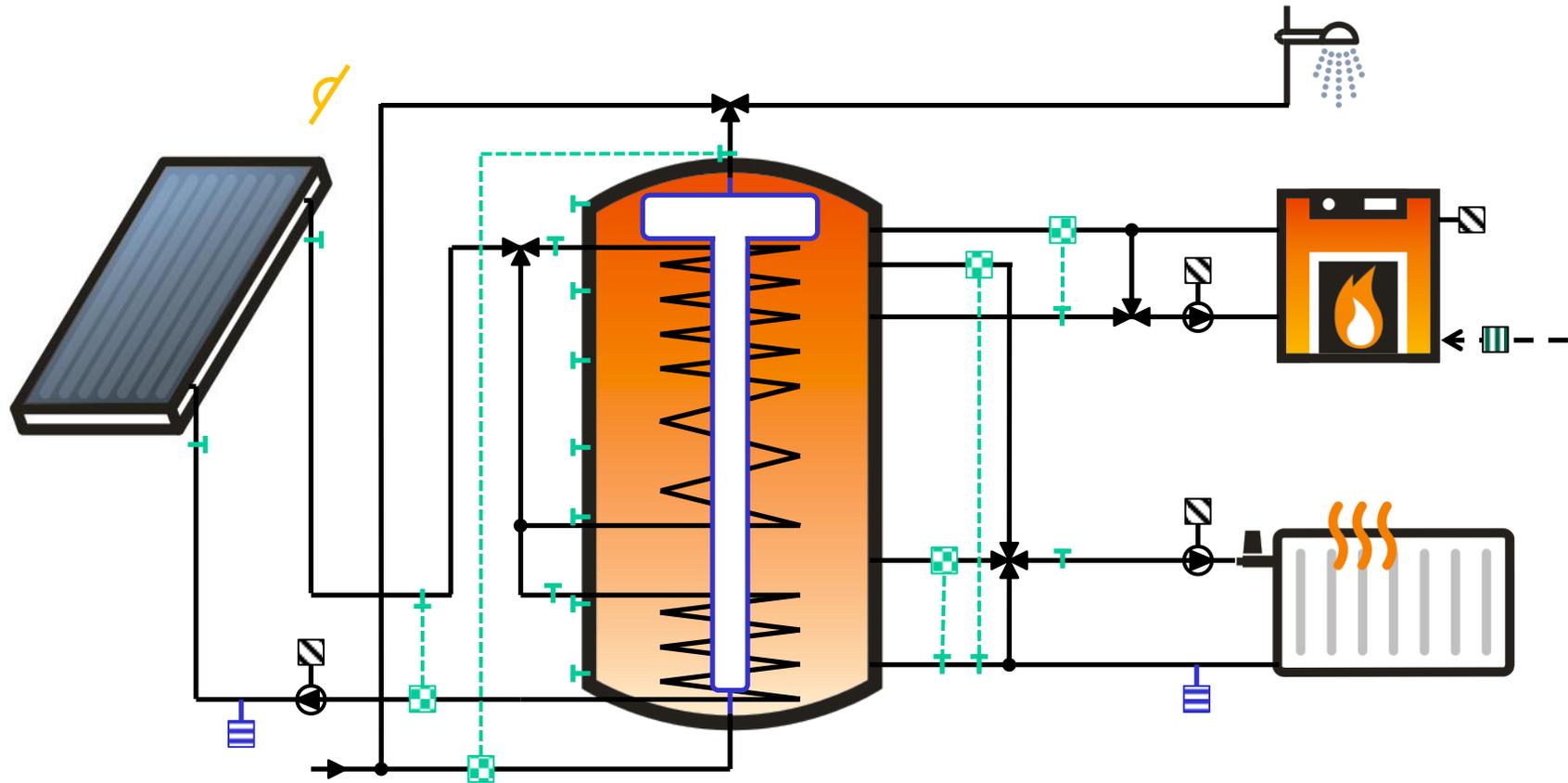
# Messtechnisch untersuchte SolarAktivHäuser



- 6 Einfamilien (EFH) - und 3 Mehrfamilienhäuser (MFH)
- Charakteristika der Gebäude
  - **Gebäudenutzfläche** nach EnEV:  
EFH zwischen 202 m<sup>2</sup> und 403 m<sup>2</sup>  
MFH zwischen 564 m<sup>2</sup> und 1062 m<sup>2</sup>
  - guter **Wärmedämmstandard**  $H_t' < 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
  - **Flachkollektoren**  
**Aperturfläche von 28 m<sup>2</sup> bis 110 m<sup>2</sup>**
  - **Warmwasserspeicher**  
**Nennvolumina von 2 m<sup>3</sup> bis 47 m<sup>3</sup>**
  - **regenerative Zusatzwärmeerzeuger (Biomasse)**



# Beispielhafte Darstellung des Hydraulikschemas inkl. Messtechnik

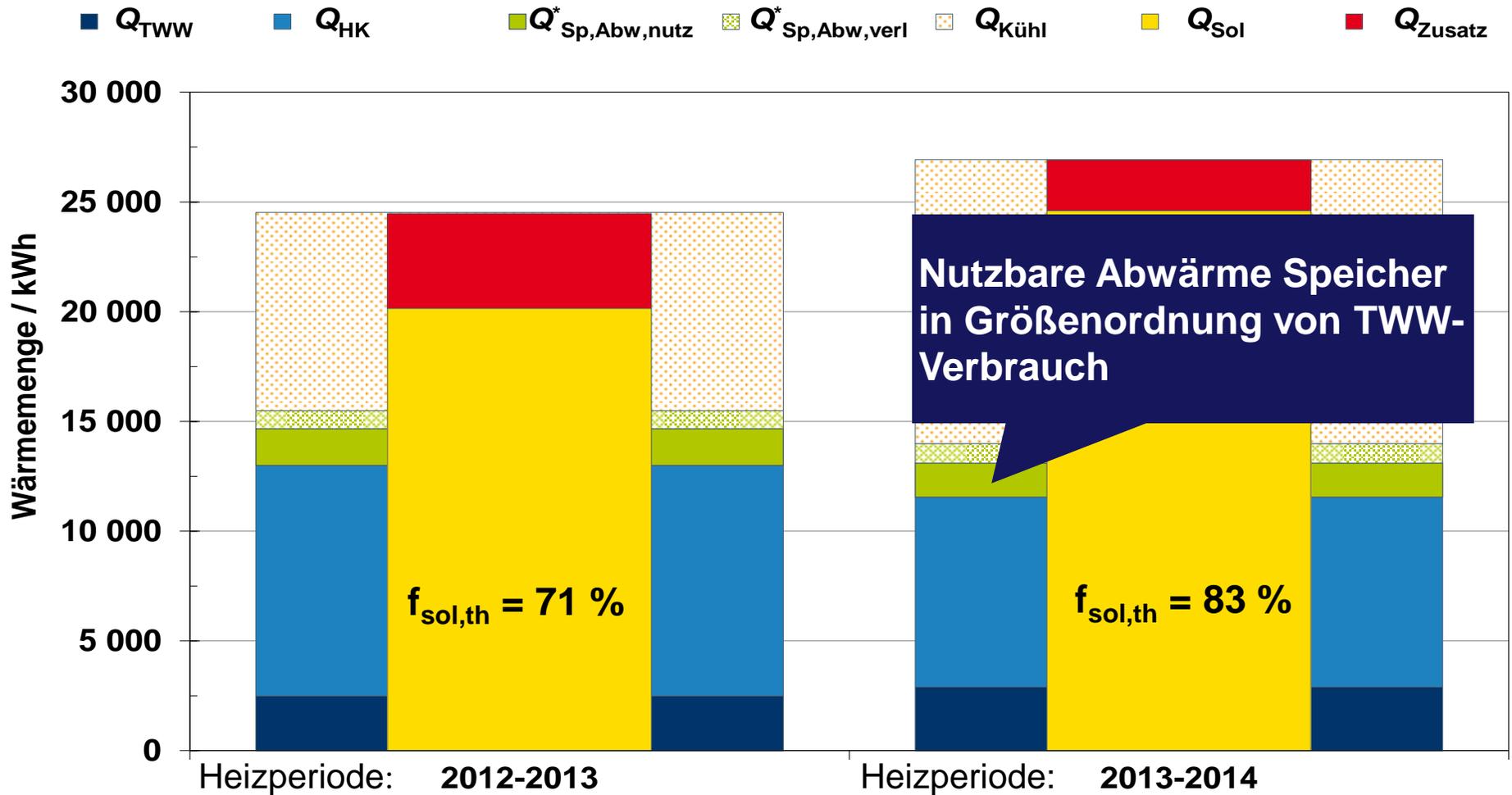


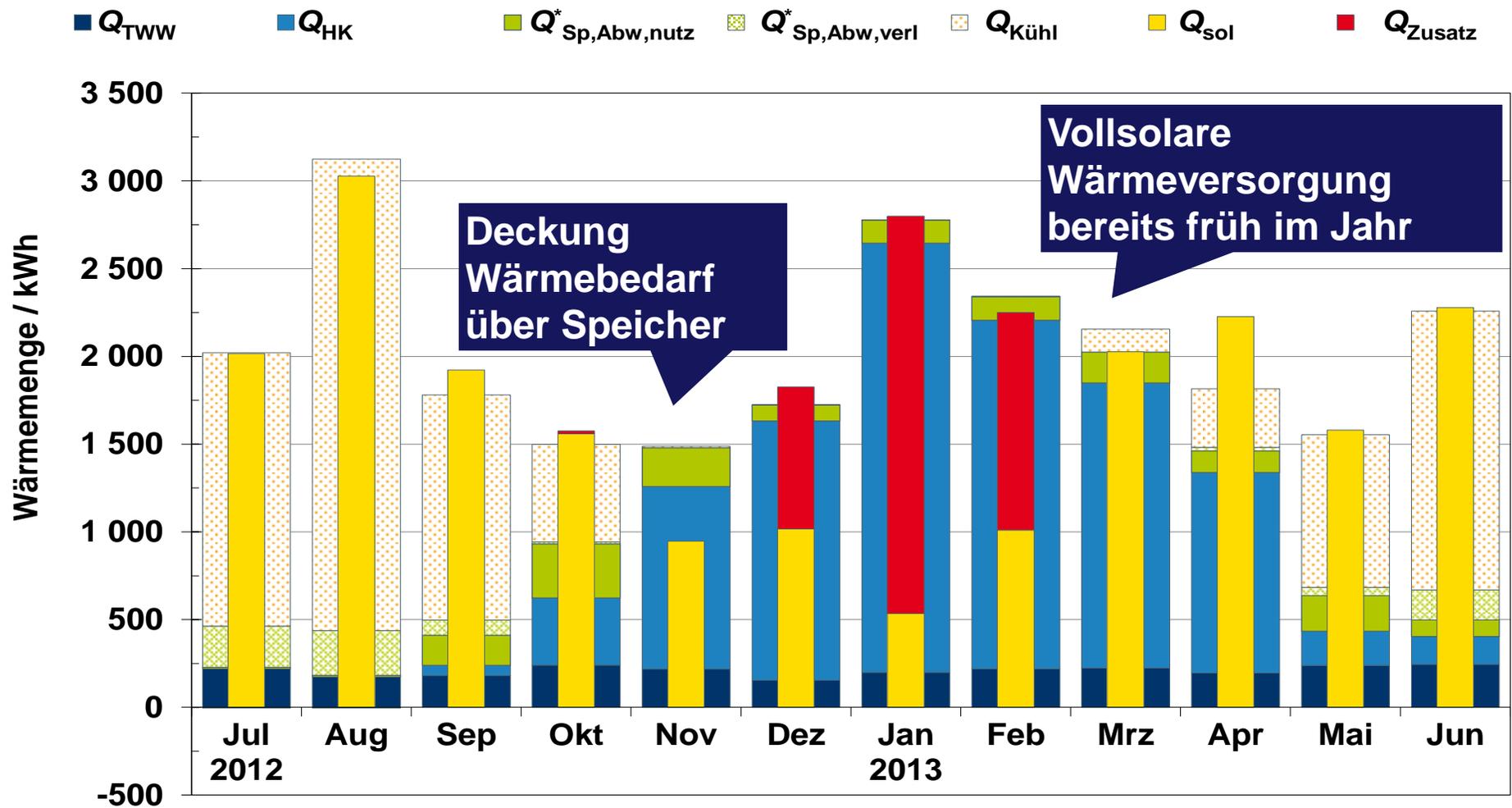
⚡ Solare Einstrahlung  
 ■ Wärmemenge  
 T Temperatur  
 ■ Masse  
  Elektrische Energie  
 ▬ Druck

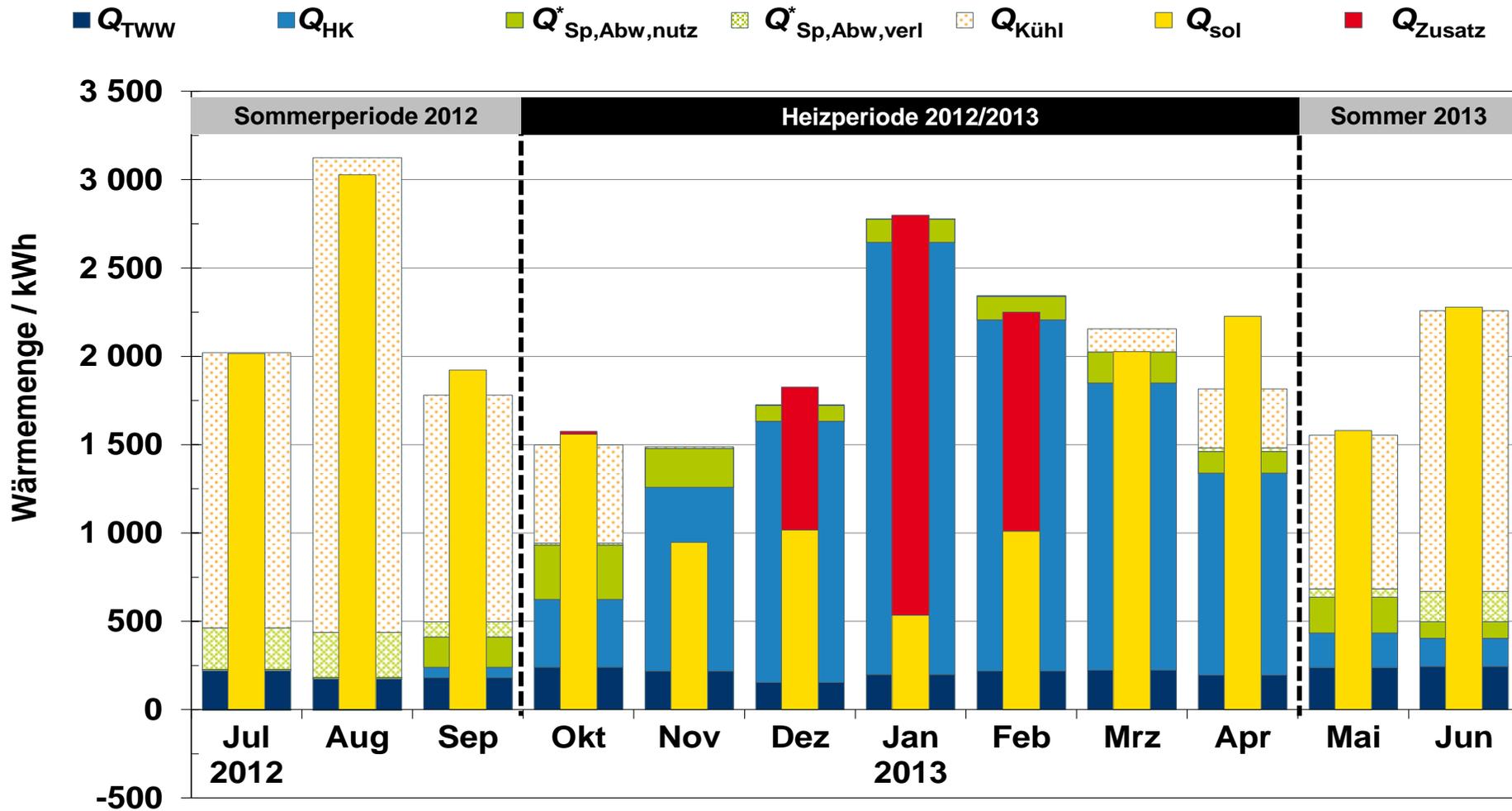
# Ergebnisse München (MUN)

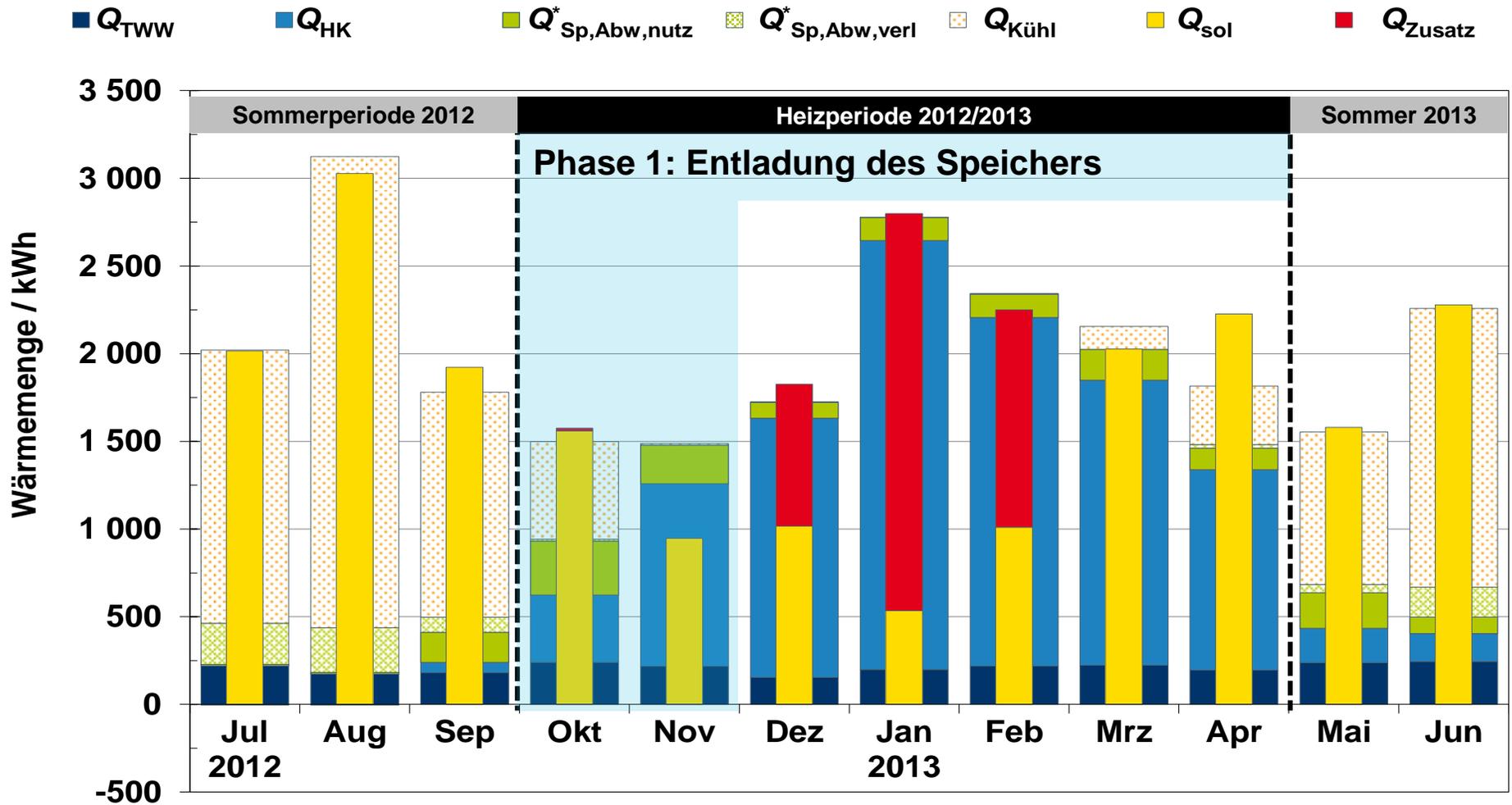


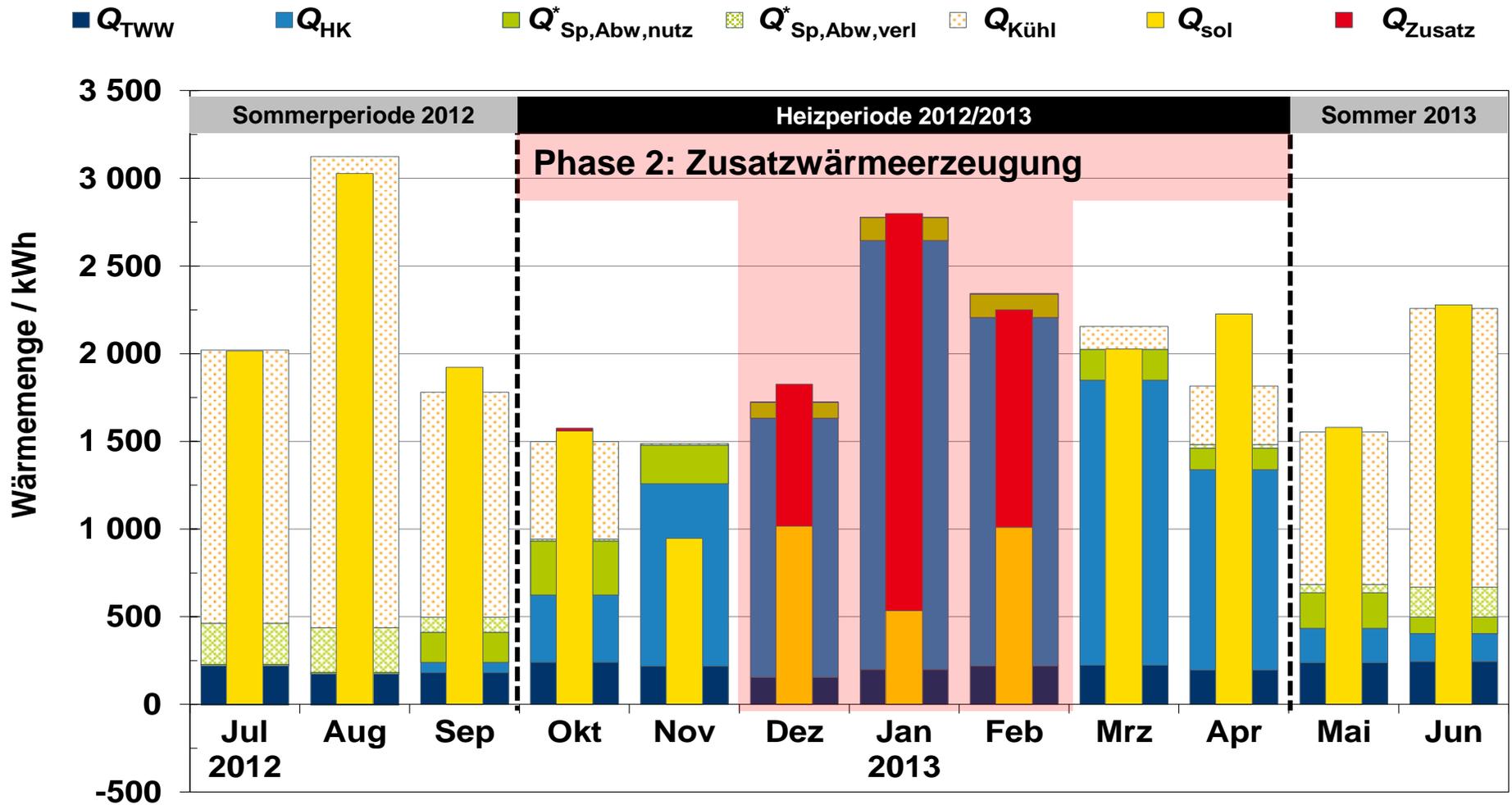
- MFH mit 6 Bewohnern (3 WE)
- Nutzfläche nach EnEV  
 $A_N = 549,1 \text{ m}^2$
- Heizwärmebedarf  
 $Q''_h = 35,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- Kollektor-Aperturfläche  
 $A_{\text{Koll,a}} = 62 \text{ m}^2$  (44° Neigung)
- Speicher-Nennvolumen  
 $V_{\text{Sp}} = 14,9 \text{ m}^3$

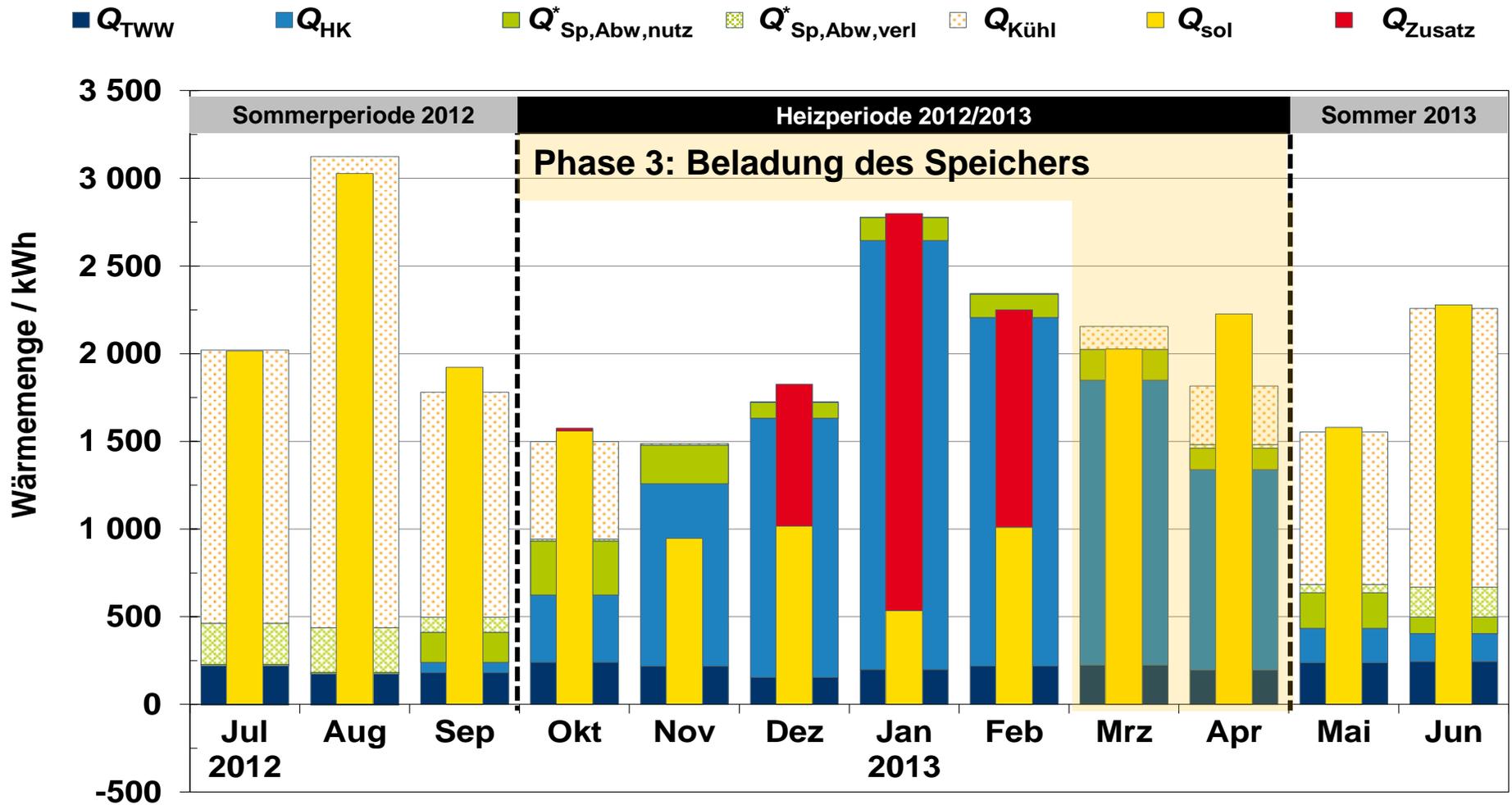


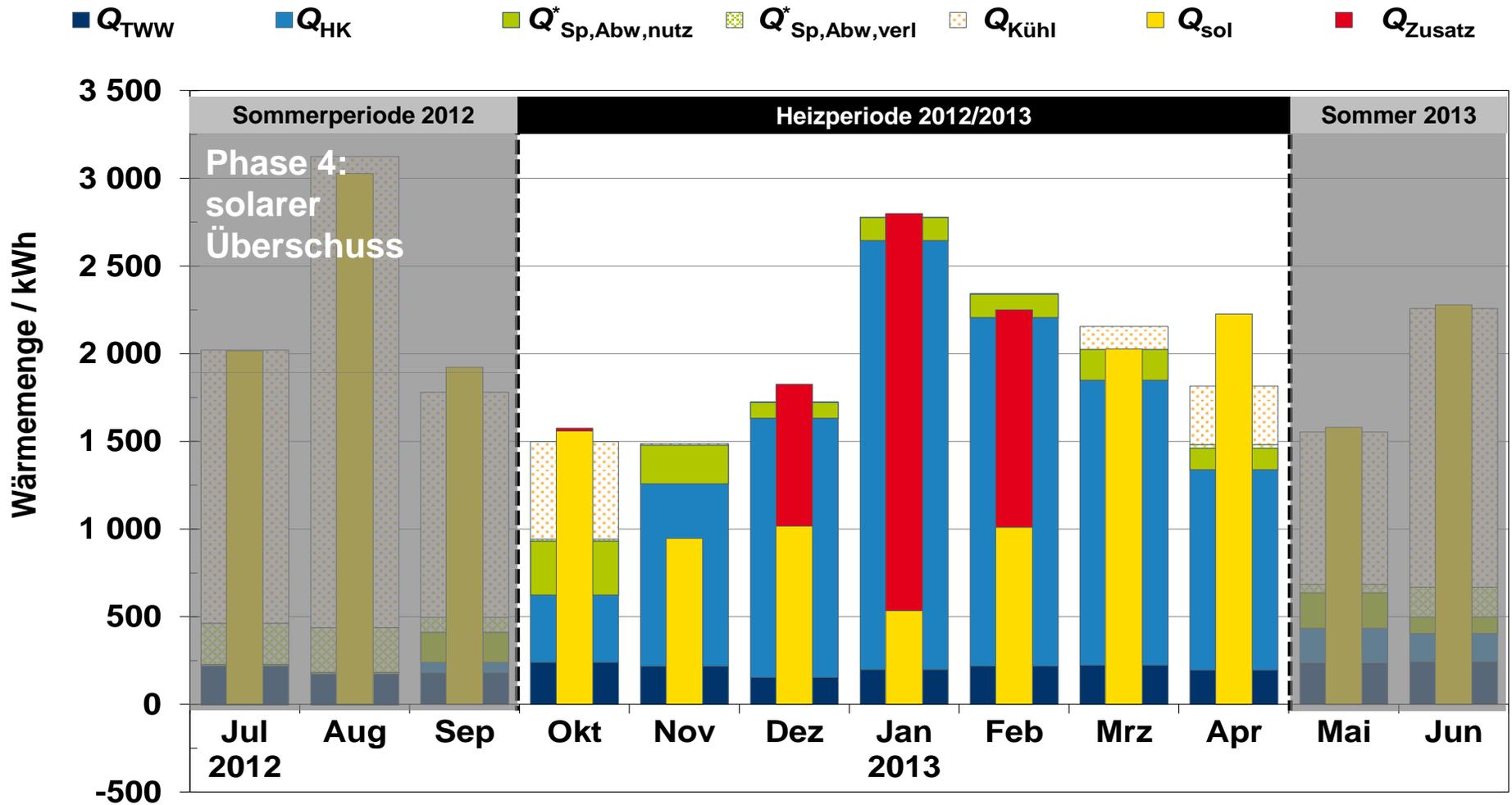


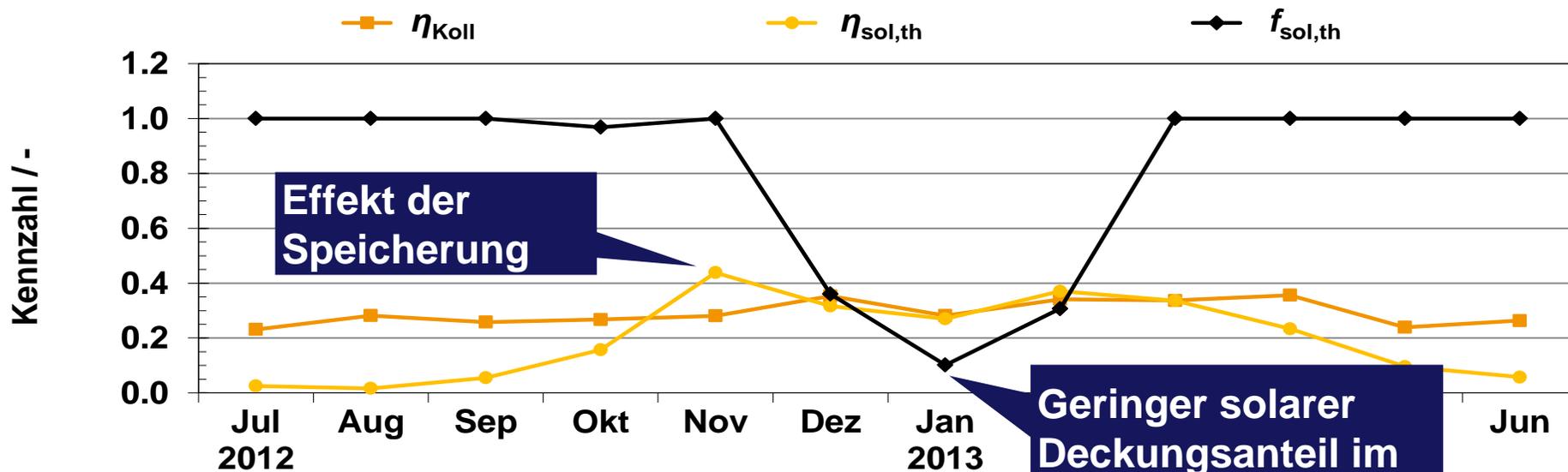
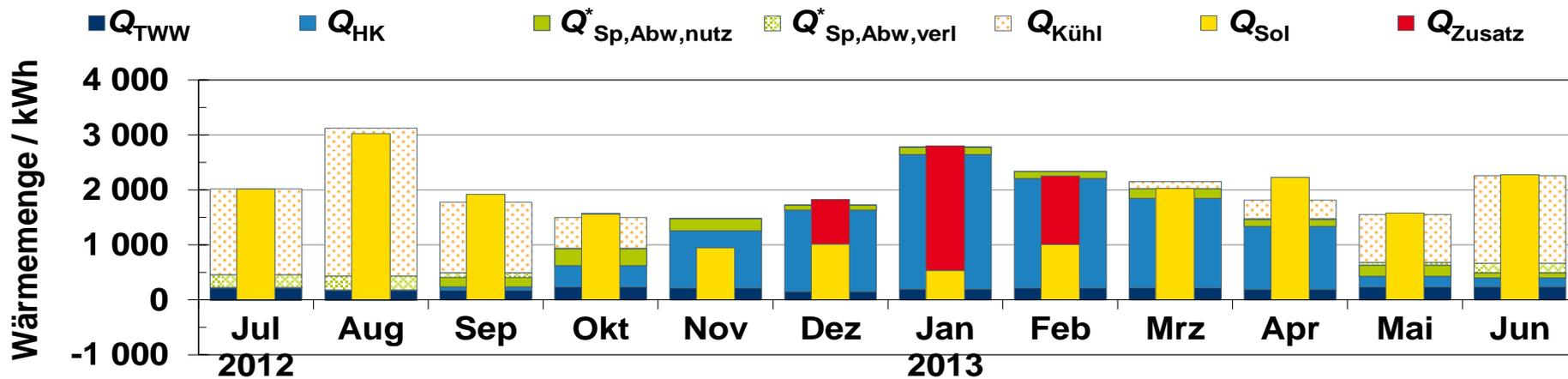


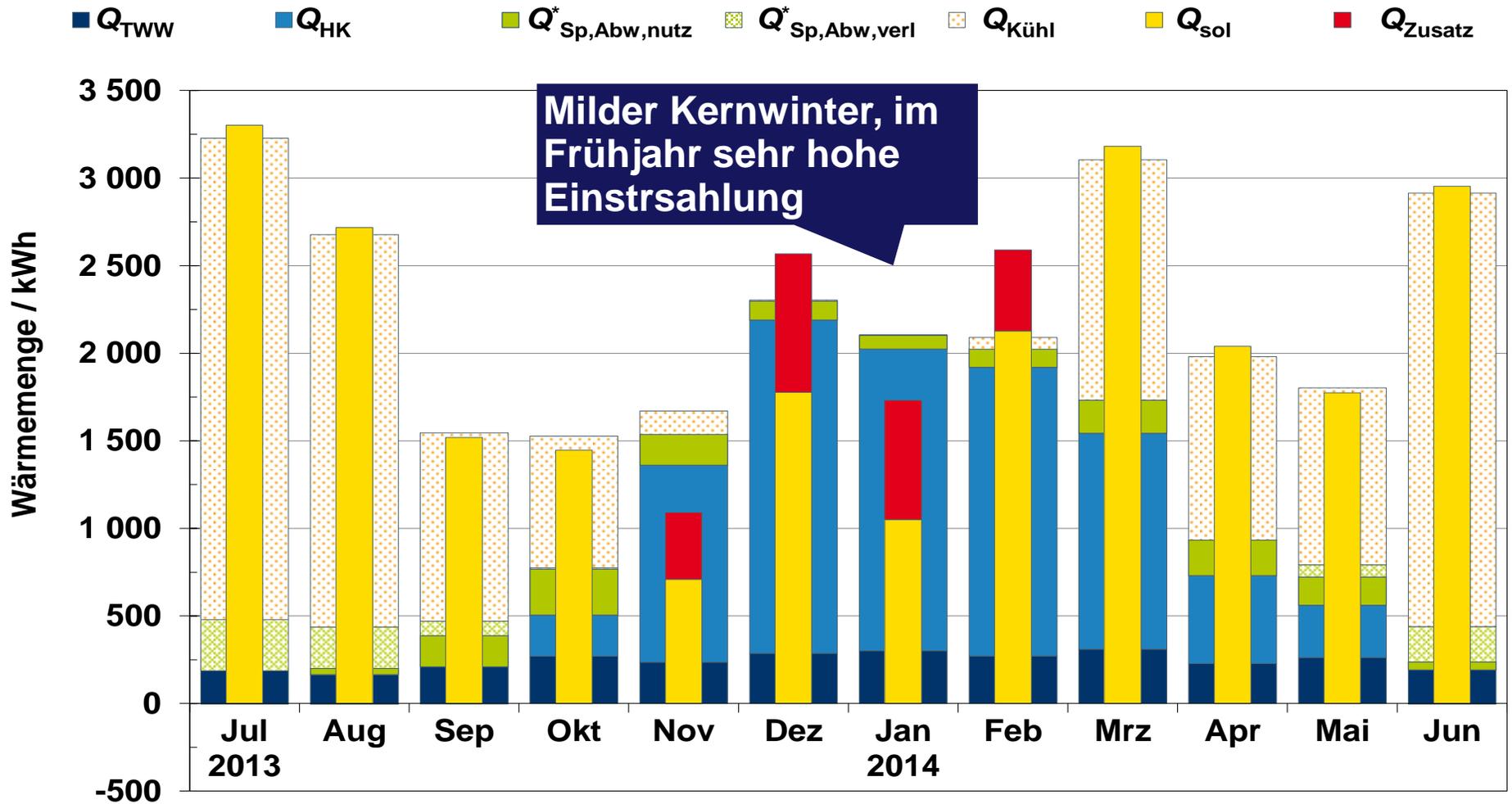


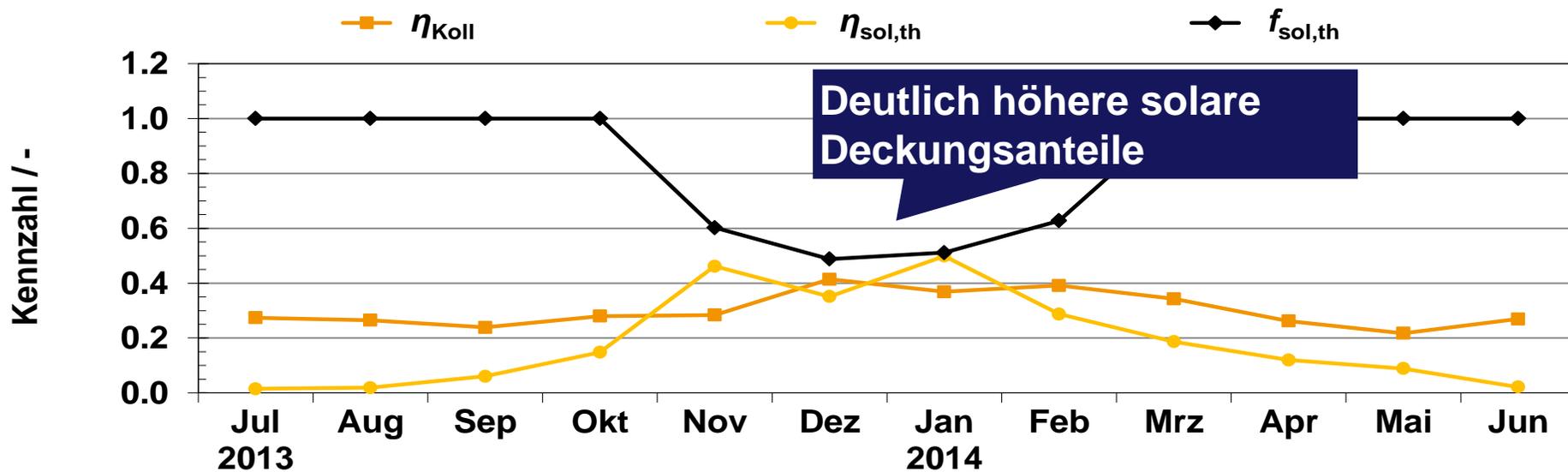
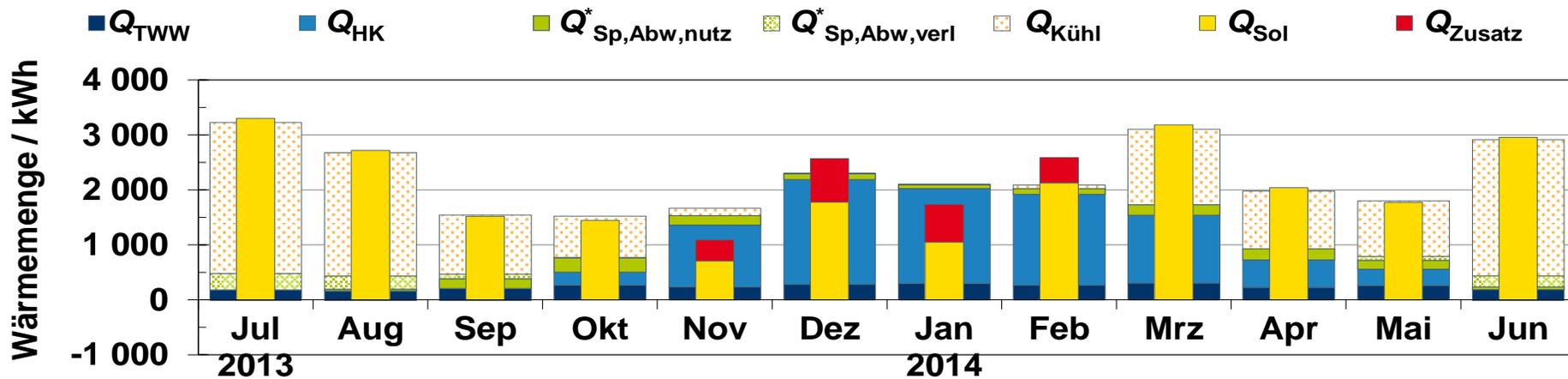












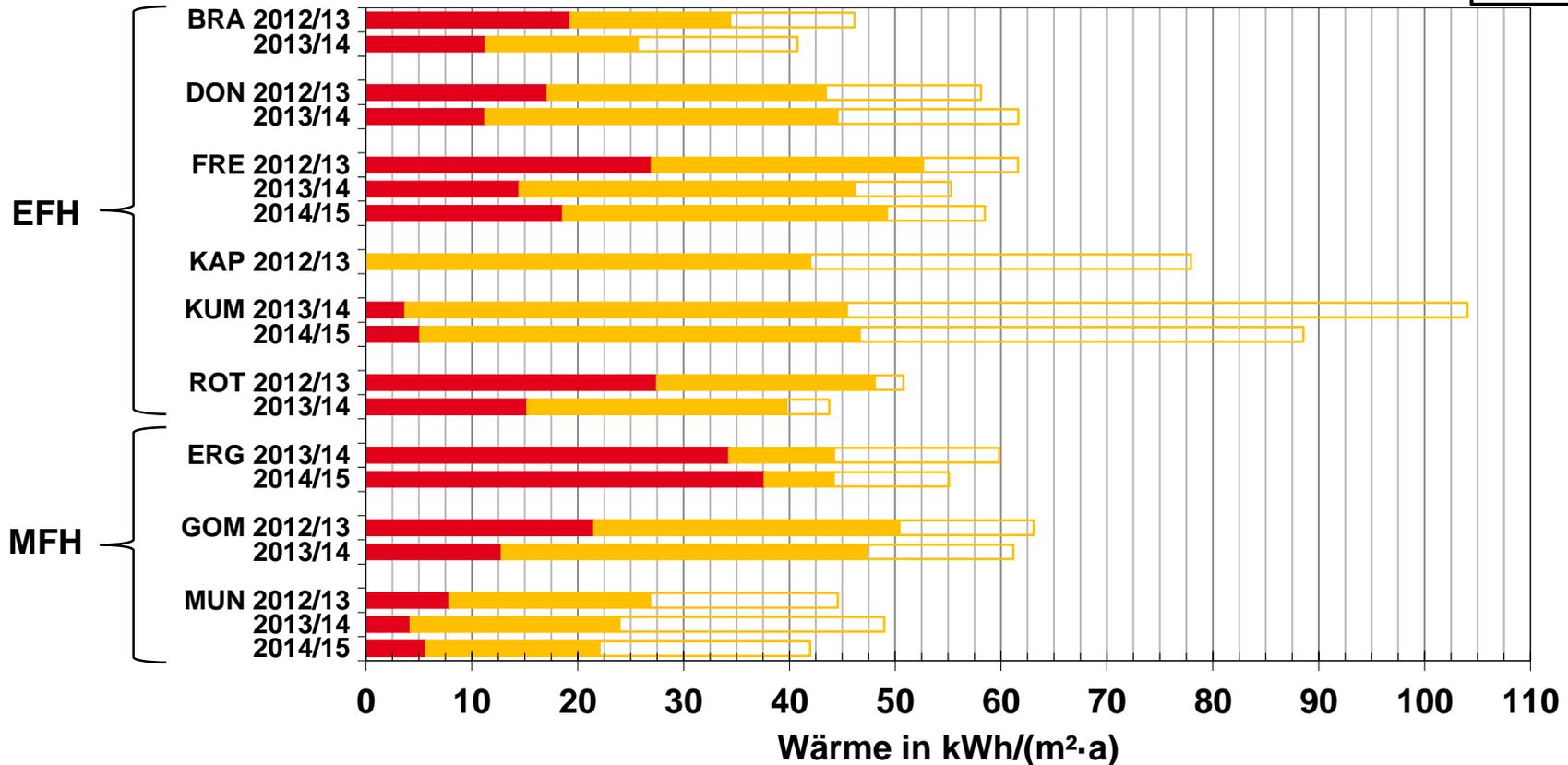
# Ergebnisse für alle 9 SolarAktivHäuser (SAH)



# Wärmeabgabe der Wärmeerzeuger

■ Nutzwärmeabgabe ZWE
 ■ Nutzwärmeabgabe ST
  Nicht nutzbare Wärmeabgabe ST

Messergebnisse für  
Jahreszeiträume  
von Juli bis Juni

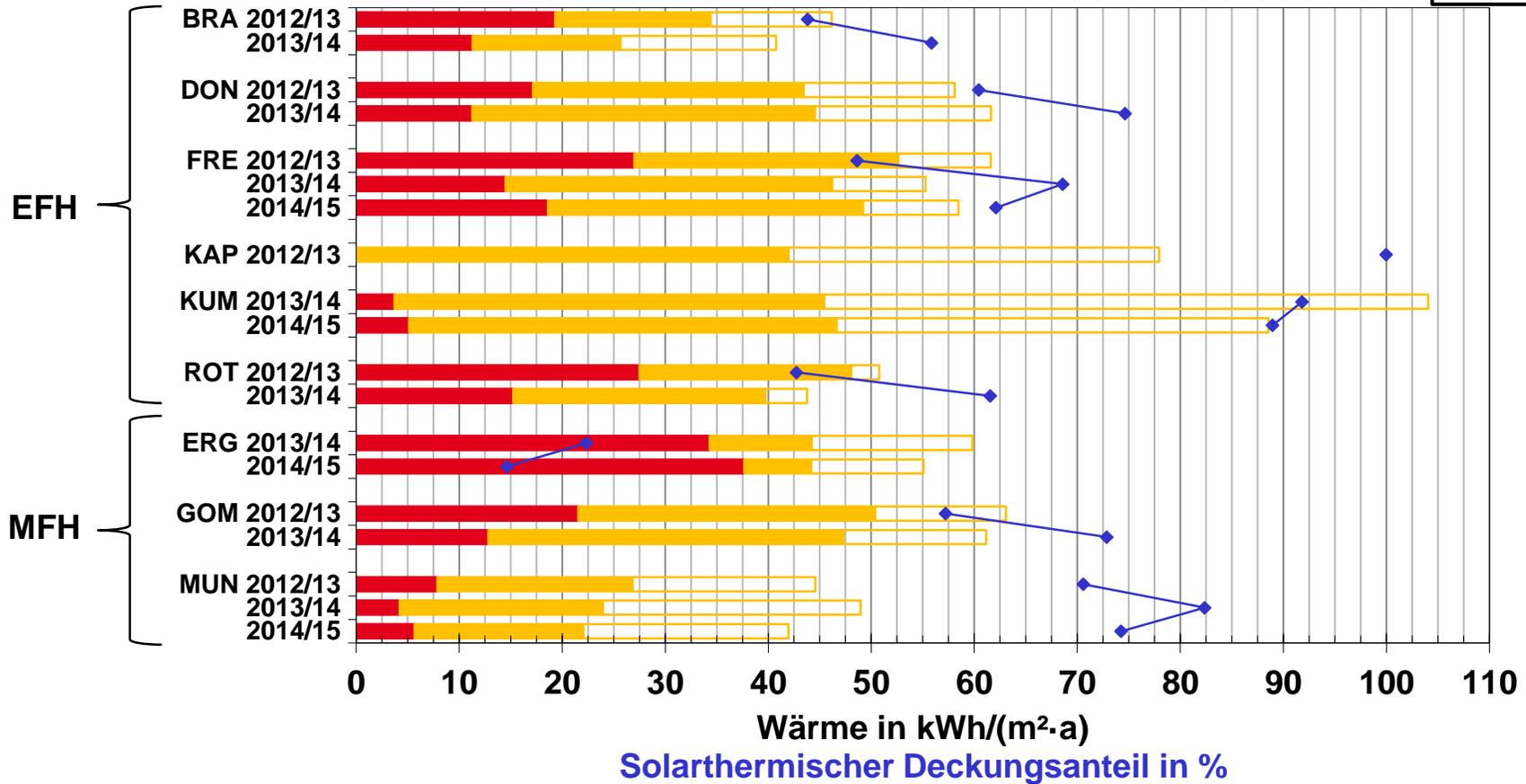


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger; ST...solarthermischer Wärmeerzeuger

# Wärmeabgabe der Wärmeerzeuger

Messergebnisse für  
Jahreszeiträume  
von Juli bis Juni

■ Nutzwärmeabgabe ZWE      ■ Nutzwärmeabgabe ST  
 Nicht nutzbare Wärmeabgabe ST      ◆ Solarthermischer Deckungsanteil

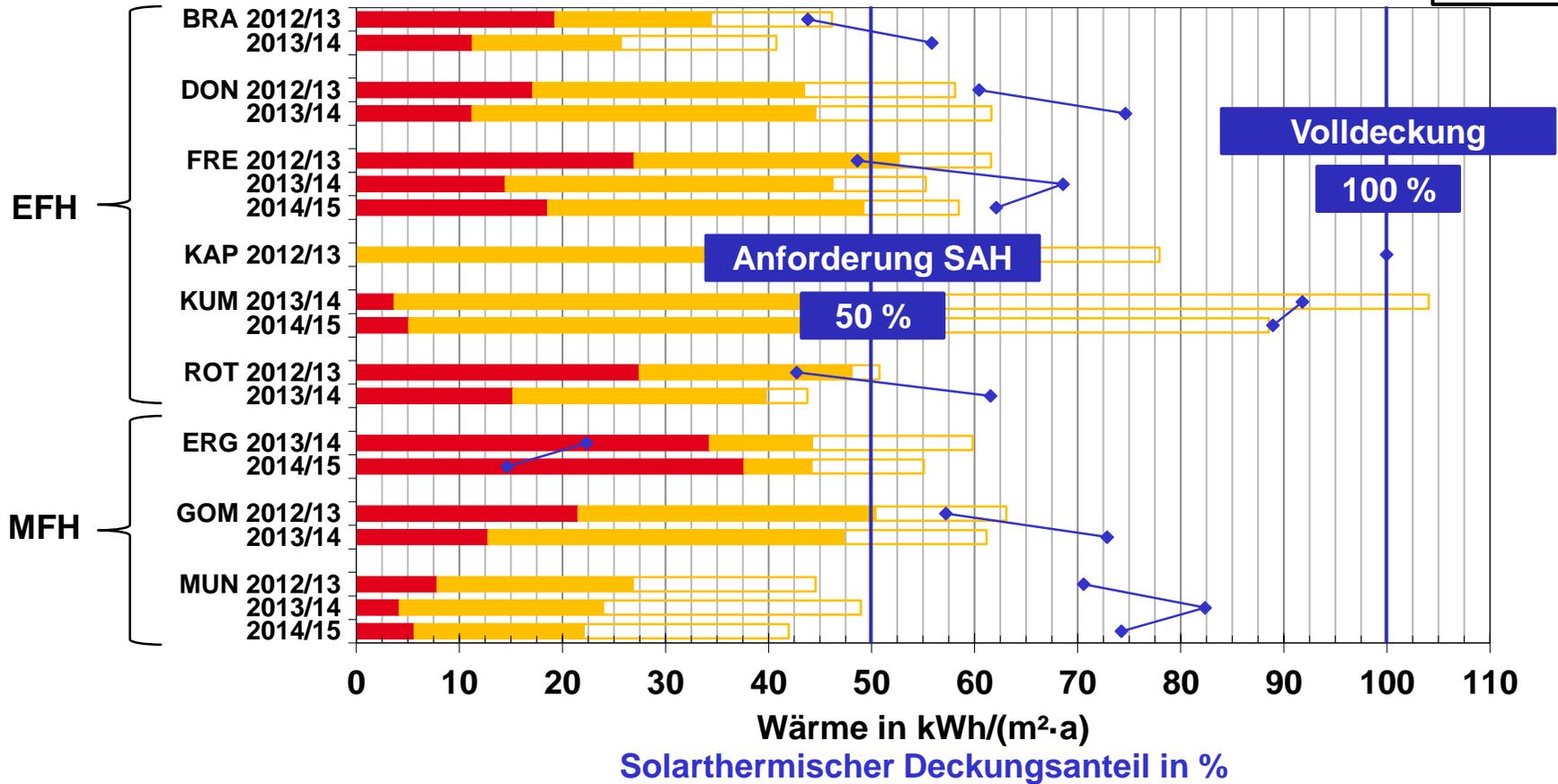


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger; ST...solarthermischer Wärmeerzeuger

# Wärmeabgabe der Wärmeerzeuger

Messergebnisse für  
Jahreszeiträume  
von Juli bis Juni

■ Nutzwärmeabgabe ZWE      ■ Nutzwärmeabgabe ST  
 Nicht nutzbare Wärmeabgabe ST      ◆ Solarthermischer Deckungsanteil

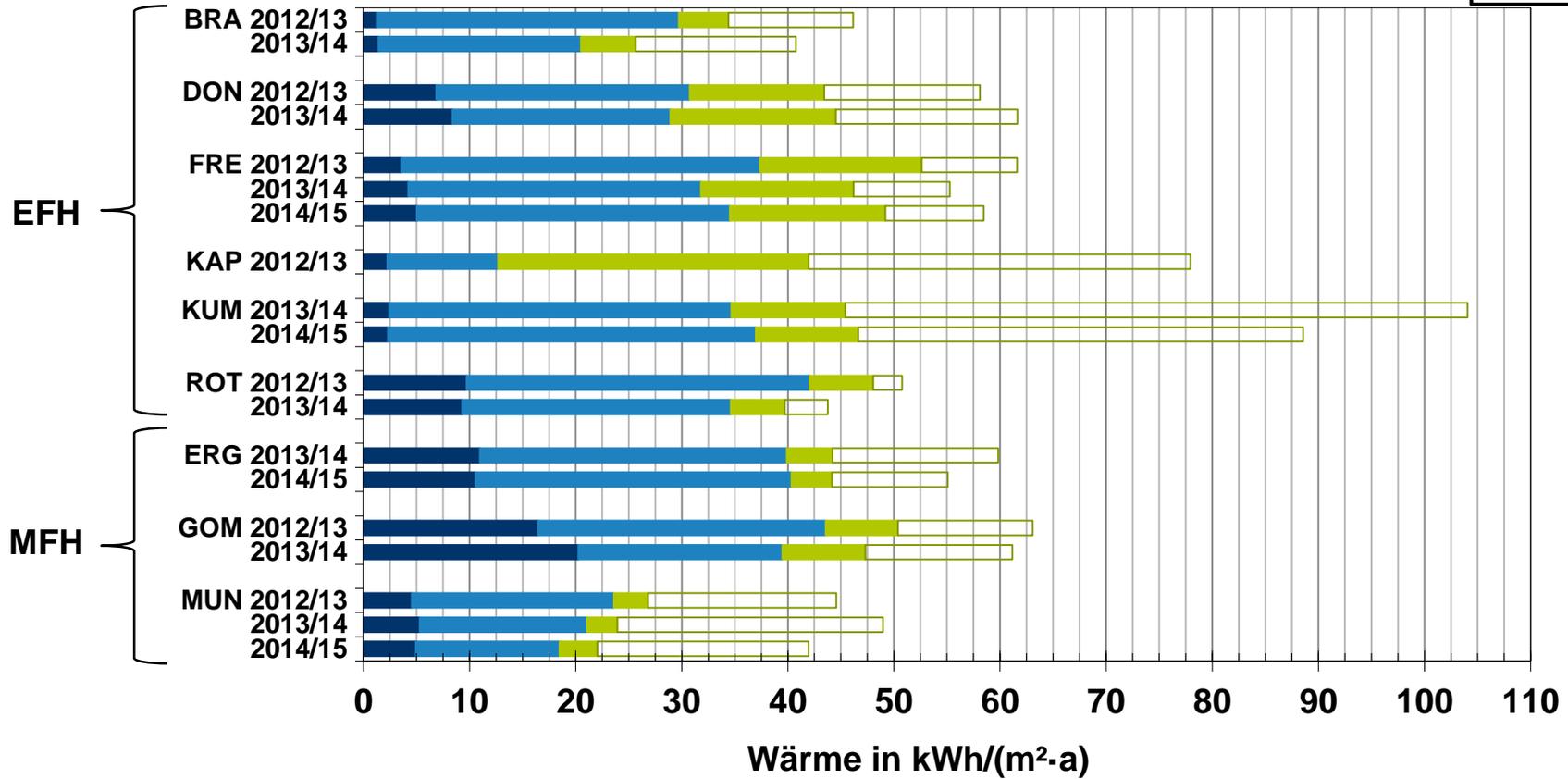


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger; ST...solarthermischer Wärmeerzeuger

# Verbrauch der erzeugten Wärme

- Warmwasser (inkl. Zirkulation)
- Heizkreis
- Nutzbare Abwärme Speicher u. ZWE
- Nicht nutzbare Abwärme Speicher

Messergebnisse für  
Jahreszeiträume  
von Juli bis Juni

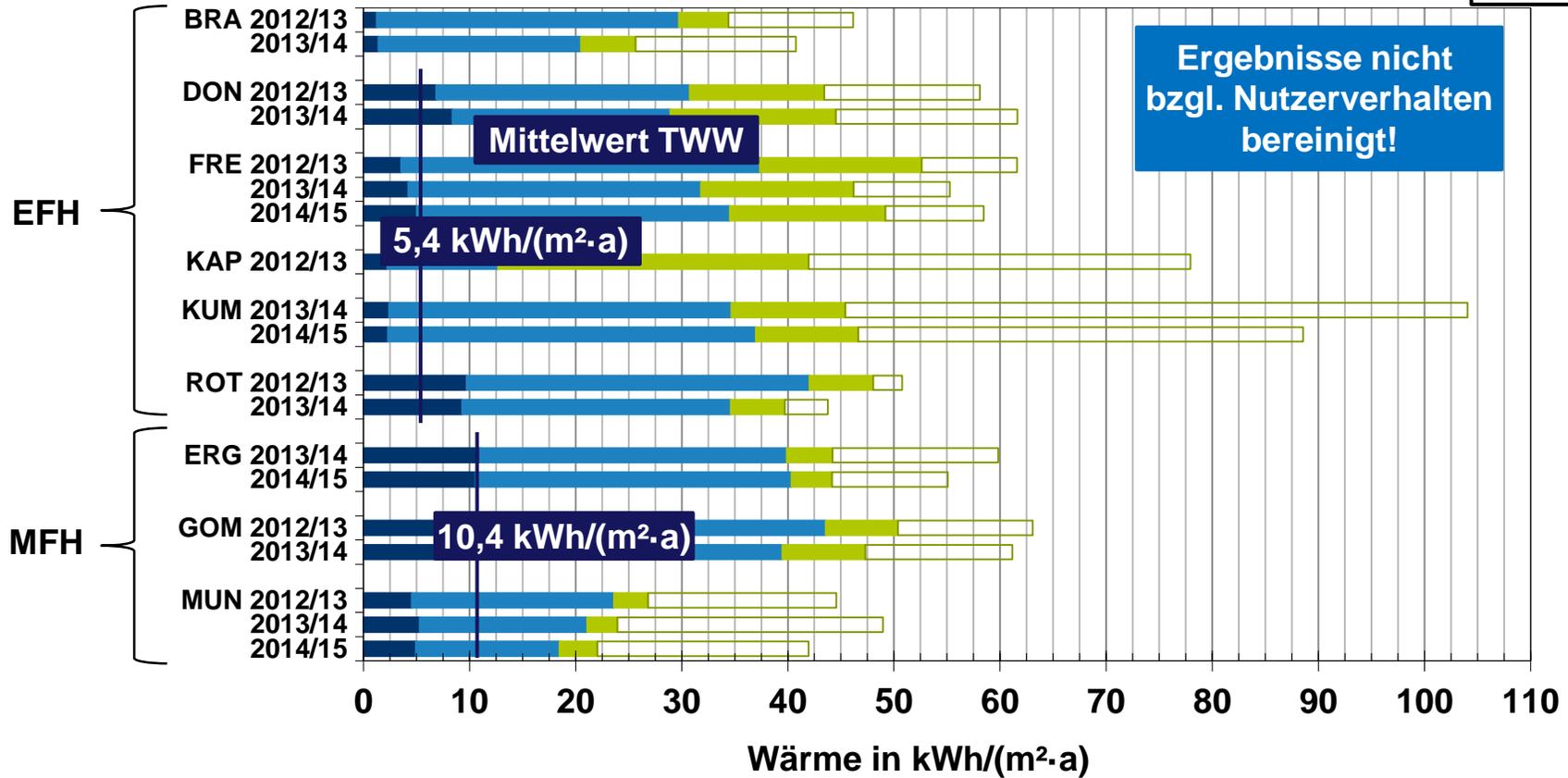


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger

# Verbrauch der erzeugten Wärme

- Warmwasser (inkl. Zirkulation)
- Heizkreis
- Nutzbare Abwärme Speicher u. ZWE
- Nicht nutzbare Abwärme Speicher

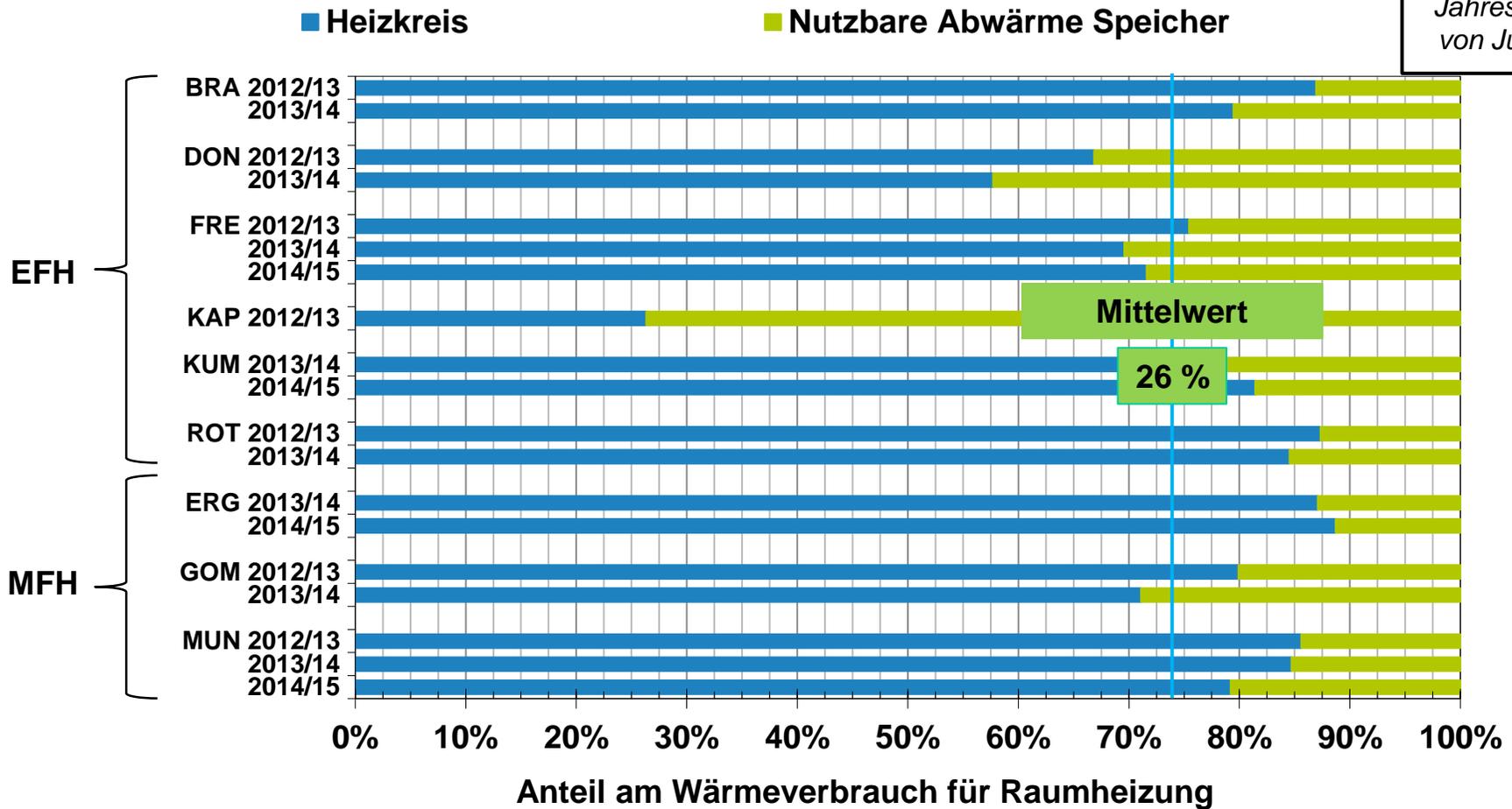
Messergebnisse für  
Jahreszeiträume  
von Juli bis Juni



Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger

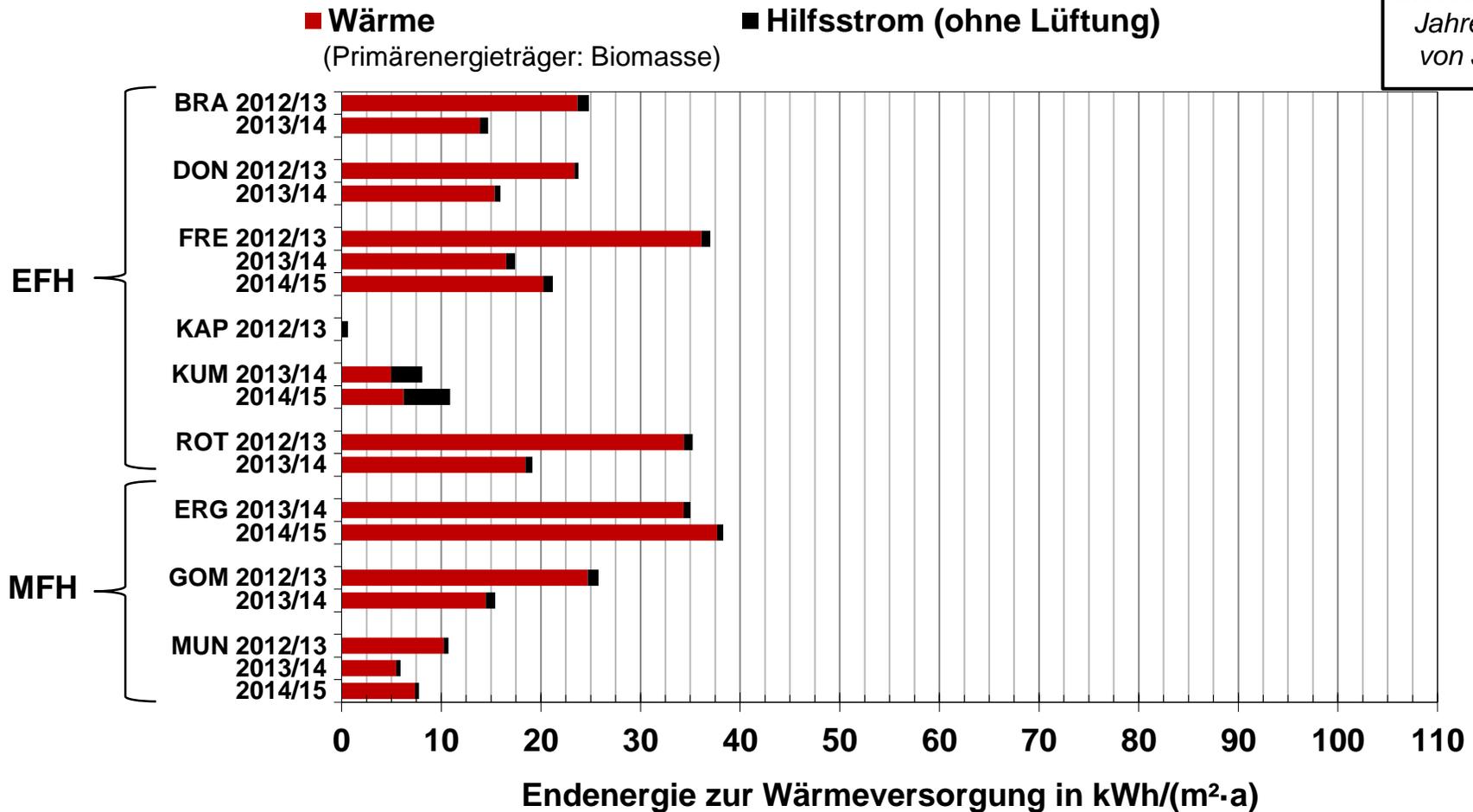
# Nutzbare Abwärme der Warmwasserspeicher

Messergebnisse für Jahreszeiträume von Juli bis Juni



# Endenergieverbrauch zur Wärmeversorgung (Erzeugung u. Verteilung)

Messergebnisse für  
Jahreszeiträume  
von Juli bis Juni



Hinweise: alle Energiemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV

# Fazit messtechnische Analyse SolarAktivHäuser

- Funktion des SolarAktivHaus-Konzepts grundsätzlich bestätigt
- solarthermische Deckungsanteile zwischen 43 und 100 %
- Solarthermieanlage liefert im ca. 150 - 250 kWh/(m<sup>2</sup>·a) solare **Nutzwärme** bezogen auf die Aperturfläche (Flachkollektoren)
- **Nutzbare Wärmeverluste des Warmwasserspeichers und der Anlagentechnik** liegen in einem **signifikanten Bereich** und müssen zur Bewertung berücksichtigt werden
- Solarthermieanlage liefert ca. 100 – 150 kWh solare Nutzwärmeabgabe pro Kilowattstunde Hilfsstromverbrauch
- Gebäude und Nutzerverhalten beeinflusst Leistungsfähigkeit der Solarthermieanlage signifikant

# Förderung und Kosten von SolarAktivHäusern

## Förderung erfolgt durch das MAP

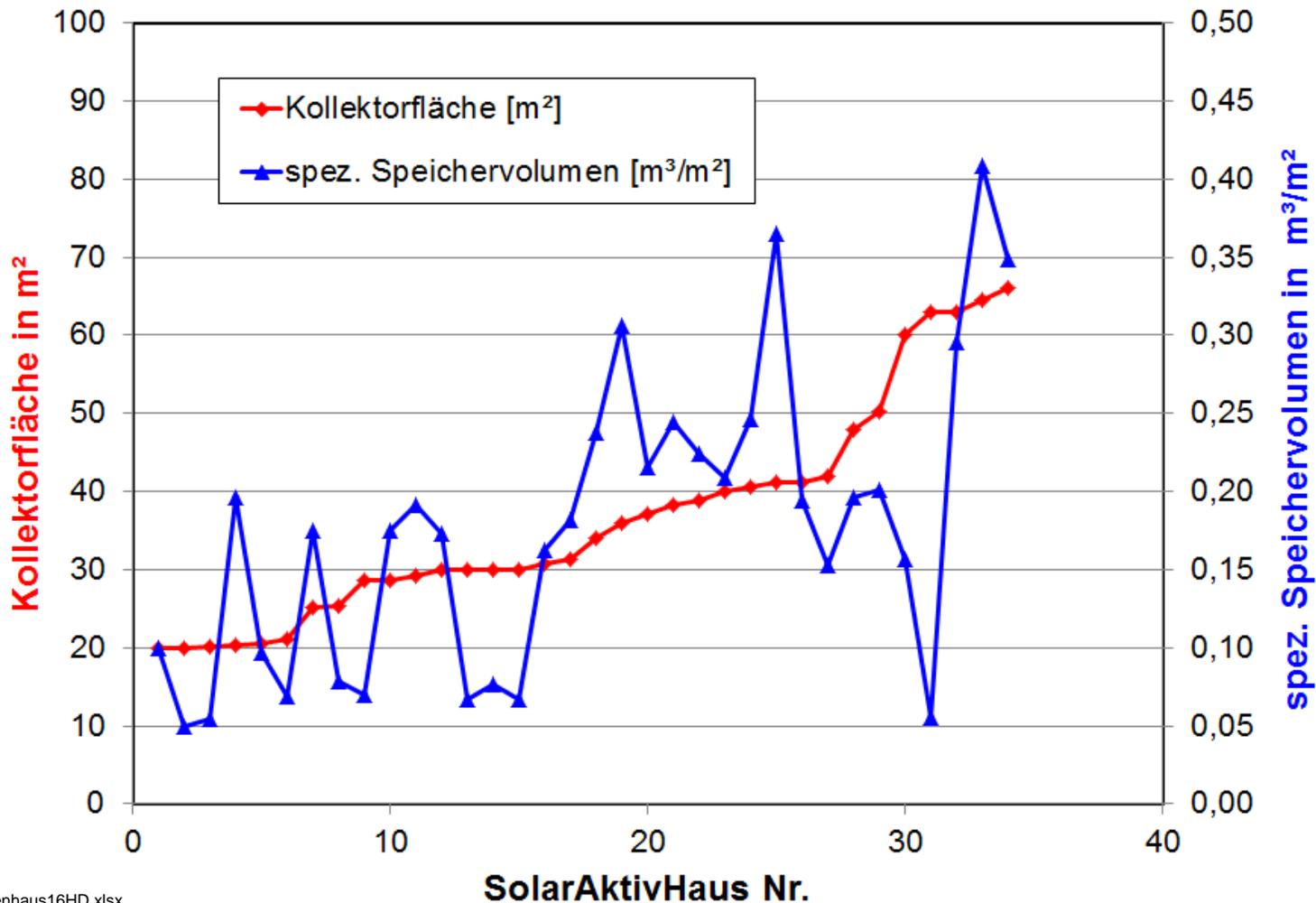
(MAP: Marktanzreizprogramm bzw. Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt)

## Im Jahr 2016 wurden 34 Anlagen gefördert.

- davon 32 mit ertragsabhängiger Förderung
- 30 in Neubauten, 4 in Bestand
- Ø Kollektorgröße 36,6 m<sup>2</sup>, Ø Speichervolumen 7,2 m<sup>3</sup>
- Ø Investitionskosten je Anlage: 36.300 €
- Ø Förderung je Anlage: 8.500 € bzw. 23,4 %

Quelle: Janybek Orozaliev, Uni Kassel

# Kollektorfläche und spez. Speichervolumen der im Jahr 2016 geförderten SolarAktivHäuser

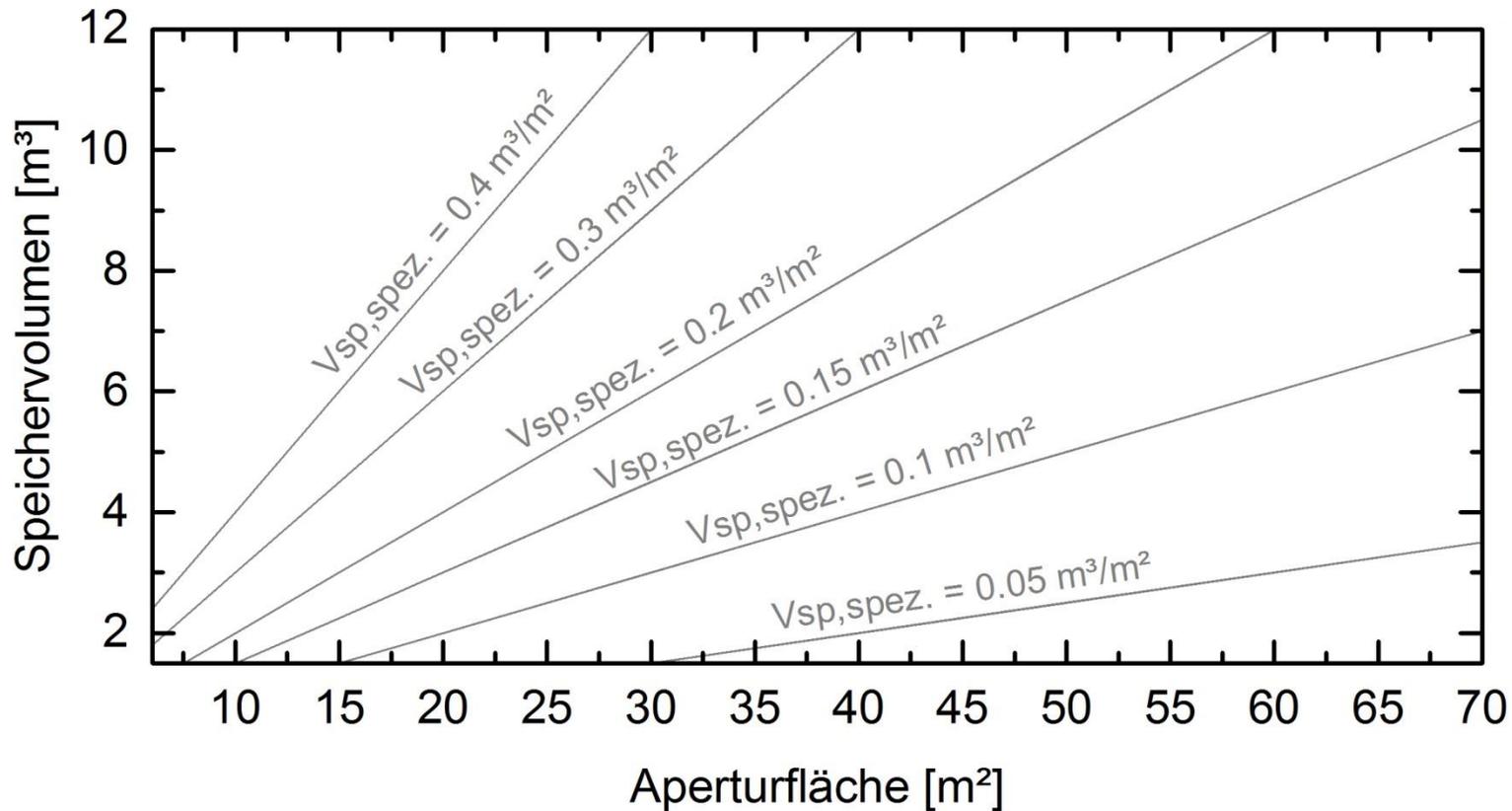


Datenquelle: Janybek Orozaliev, Uni Kassel

File: 2017\MAP\_BAFA\_Sonnenhaus16HD.xlsx

# Sensitivität Wärmeversorgungskosten SolarAktivHäuser

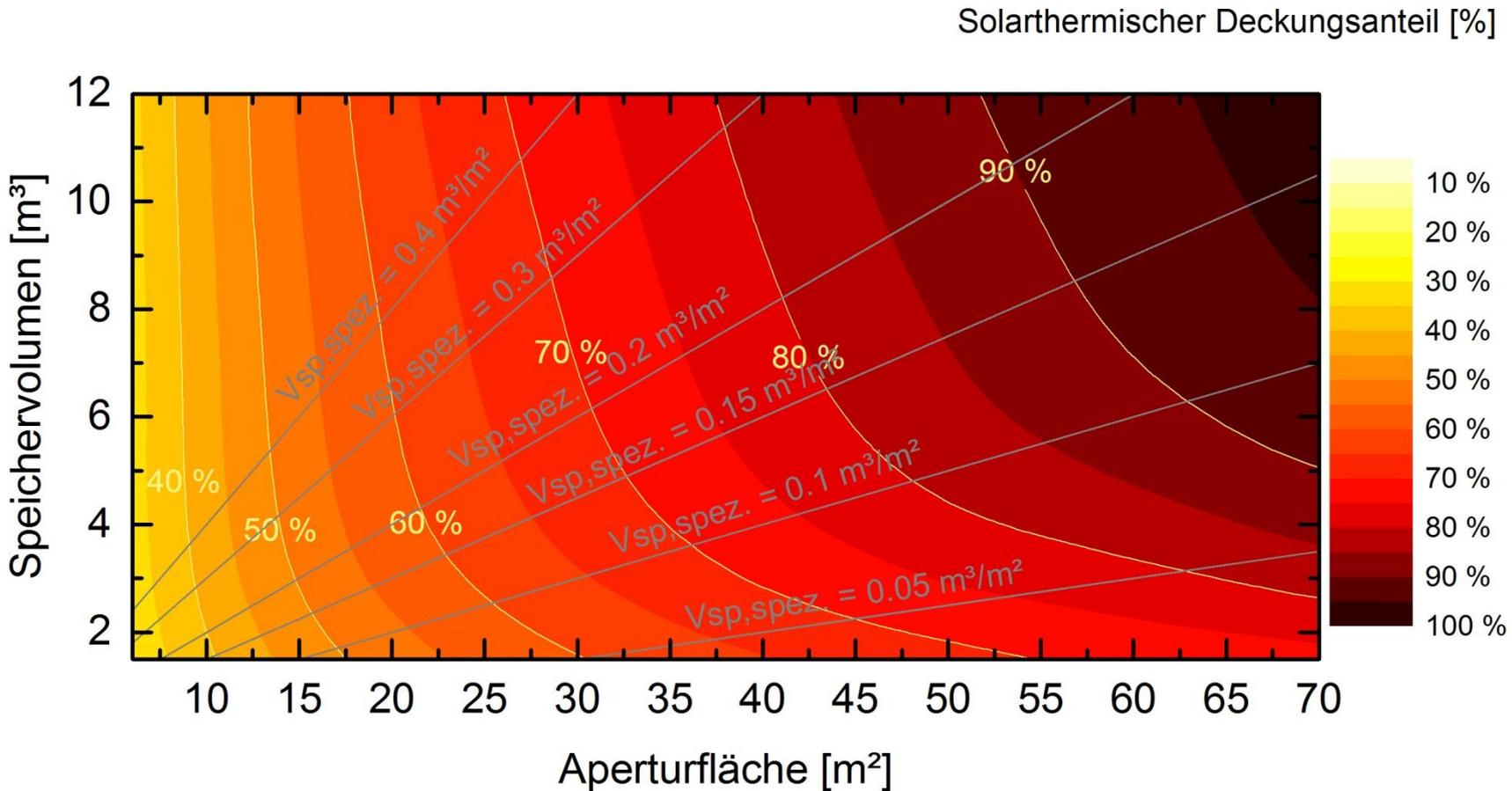
Preissteigerung Endenergie: 3%/a | Gas-Kessel | MAP-Förderung: nein  
Gebäude: KfW40 | Heizkreis: FBH, standard | Wohnraumverlust: nein



Quelle: Axel Oliva, Fraunhofer ISEI

# Sensitivität Wärmeversorgungskosten SolarAktivHäuser

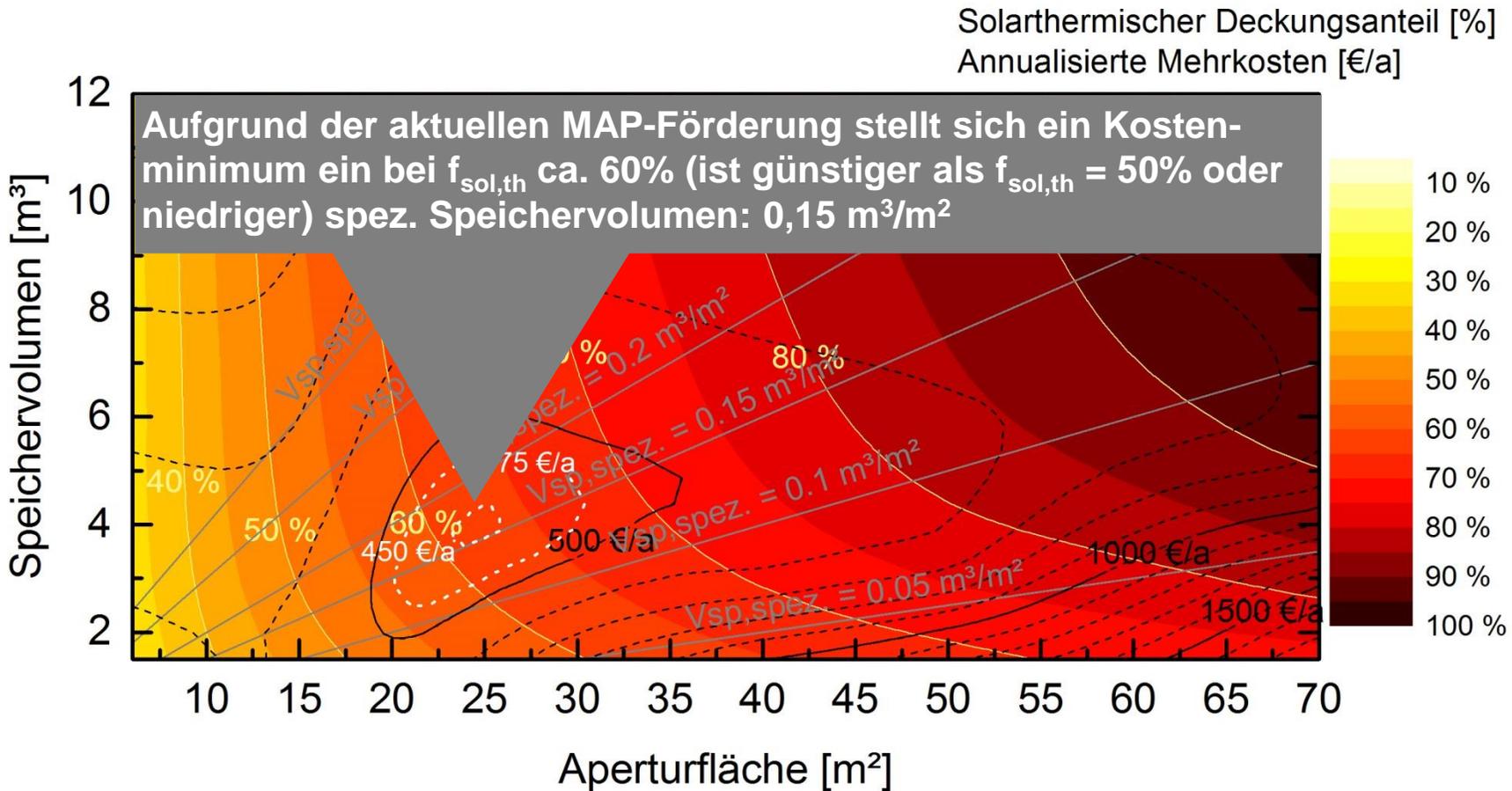
Preissteigerung Endenergie: 3%/a | Gas-Kessel | MAP-Förderung: nein  
Gebäude: **KfW40** | Heizkreis: FBH, standard | Wohnraumverlust: nein



Quelle: Axel Oliva, Fraunhofer ISEI

# Sensitivität Wärmeversorgungskosten SolarAktivHäuser

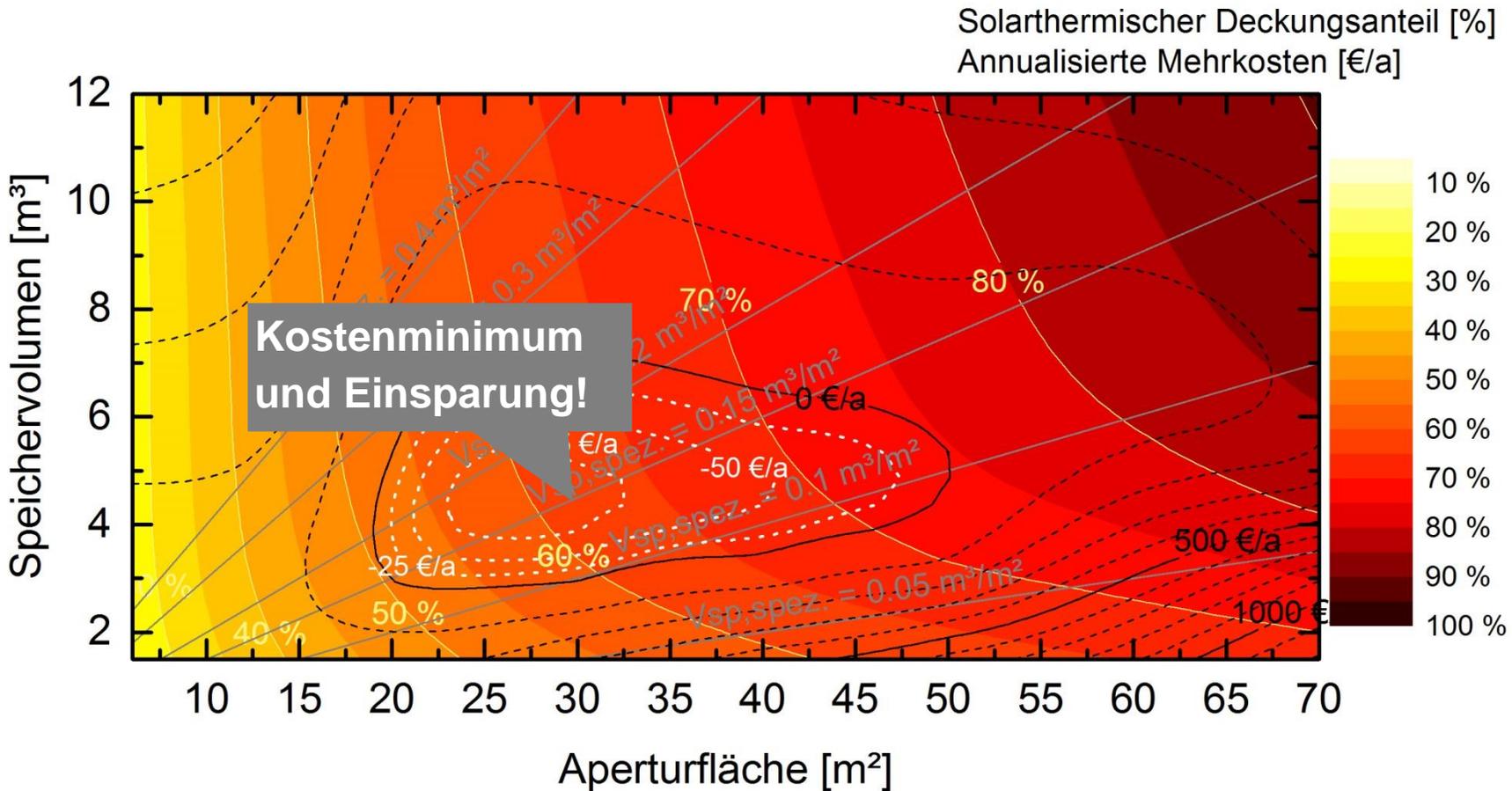
Preissteigerung Endenergie: 3%/a | Gas-Kessel | **MAP-Förderung: Neubau**  
Gebäude: **KfW40** | Heizkreis: FBH, standard | Wohnraumverlust: nein



Quelle: Axel Oliva, Fraunhofer ISEI

# Sensitivität Wärmeversorgungskosten SolarAktivHäuser

Preissteigerung Endenergie: 3%/a | Gas-Kessel | MAP-Förderung: **Neubau**  
Gebäude: **KfW55** | Heizkreis: FBH, standard | Wohnraumverlust: nein



# Fazit

- sinnvolle, ausgereifte Konzepte und Komponenten für SolarAktivHäuser sind am Markt verfügbar und funktionieren zuverlässig  
→ dennoch weitere F&E Aktivitäten dringend notwendig
- grundlegende Planungsrichtlinien und Betriebserfahrungen sind vorhanden
- aktuell gute Marktbedingungen in Deutschland
  - sehr gute Förderung durch MAP
  - bei gut wärmegeämmten Gebäuden (mind. KfW-EH 55) kann eine solarthermische Wärmeversorgungsanlage mit 50 % - 70 % Deckungsanteil mit geringen Mehrkosten gegenüber einer Anlage mit << 50 % Deckungsanteil realisiert werden (Neubau und Bestand!)

# Ausblick auf zukünftige Weiterentwicklungen

- Standardisierung von solarthermischen Wärmever-sorgungsanlagen für SAH notwendig
    - Kostendegression und Qualitätssicherung
    - weitere Verbreitung des Konzepts insbesondere für die solare Modernisierung von Bestandsgebäuden
  - auf Grund des relativ hohen Stromverbrauchs von Gebäuden und des hohen Primärenergiebedarfs zur Stromerzeugung ist eine **kombinierte solarthermische und solarelektrische Gebäude-Energieversorgung sinnvoll**
- **ganzheitliche Betrachtung von solaren Energiever-sorgungssystemen (Wärme & Strom) für Gebäude**
- **SolarAktivHausPlus (SAH<sup>+</sup>)**

# Forschungsprojekts „SolSys“

**Zielsetzung:** Analyse und Optimierung solarer Energieversorgungssysteme (Wärme & Strom)

**Simulation, Monitoring, Bewertung und Optimierung für Ein- und Mehrfamilien-Wohngebäude**

**Konsortium:** Fraunhofer ISE (Projektleitung)  
SWT Stuttgart  
IGS, TU Braunschweig

**Laufzeit:** Sep. 2015 – Aug. 2018

**Gefördert von:** BMWi über PTJ Jülich

## Die Zukunft



**Es kommt nicht darauf an, die  
Zukunft exakt vorherzusagen,  
sondern für sie vorbereitet  
zu sein!**

*Perikles, 500 v. Chr.*

***Mit SolarAktivHäusern bzw. Sonnenhäusern  
haben Sie die Möglichkeit dazu.***

***Tun Sie es!***

# Vielen Dank!

Das Projekt „HeizSolar“ wurde durchgeführt von



und gefördert durch



Weitere Informationen unter <http://www.diesolarheizung.info>