

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

Internet: www.swt-technologie.de; 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⁺)

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⁺)
sind SolarAktivHäuser (SAH) mit einer zusätzlichen PV-Anlage
die mindestens 50 % des vom Gebäude benötigten Strom-
bedarfs liefert d.h. solarelektrischer Deckungsanteil mind. 50 %.

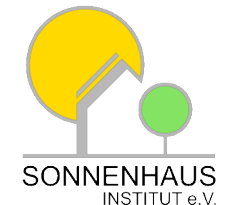
Das Forschungsprojekt „HeizSolar“

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

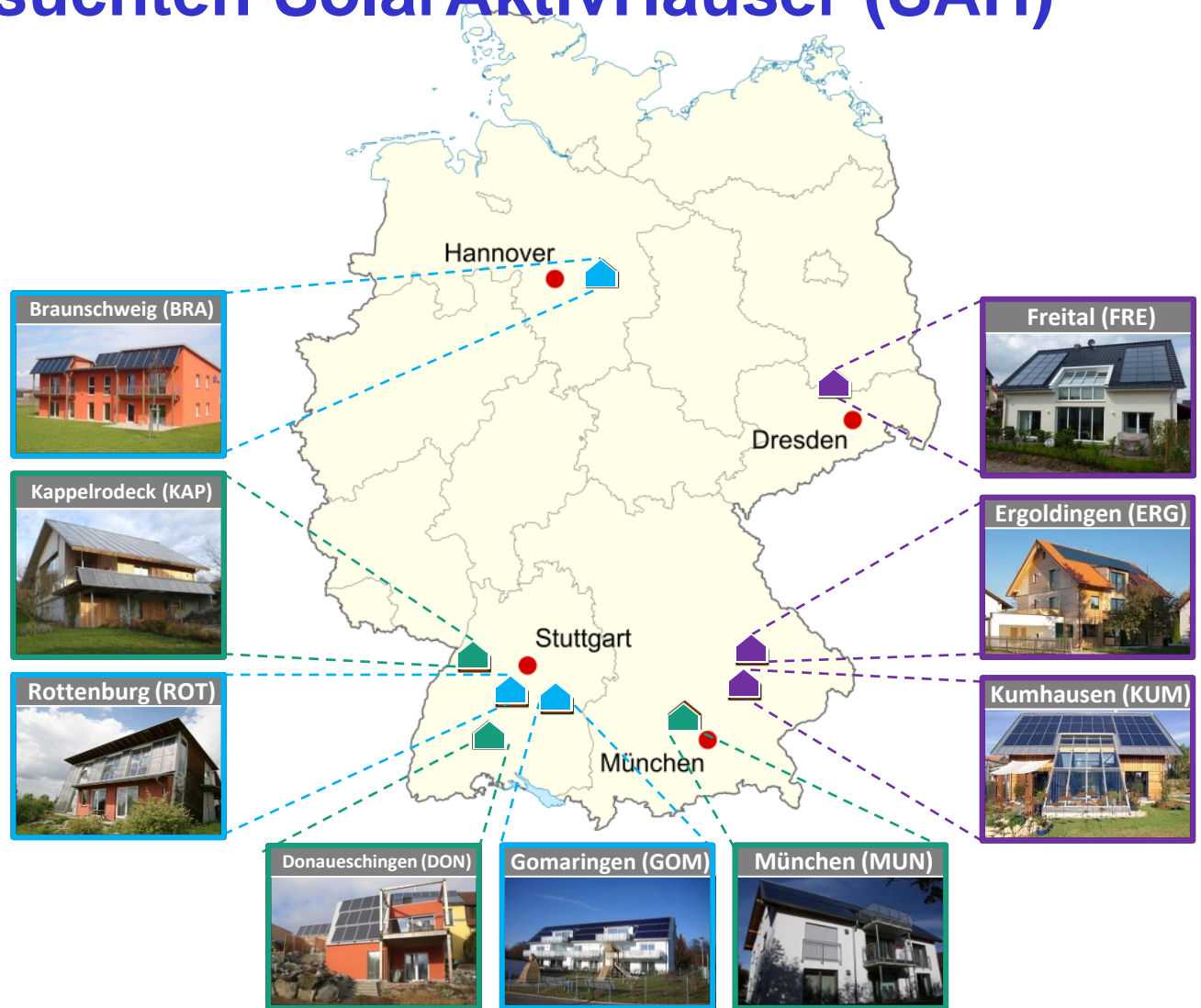


Förderung



Die untersuchten SolarAktivHäuser (SAH)

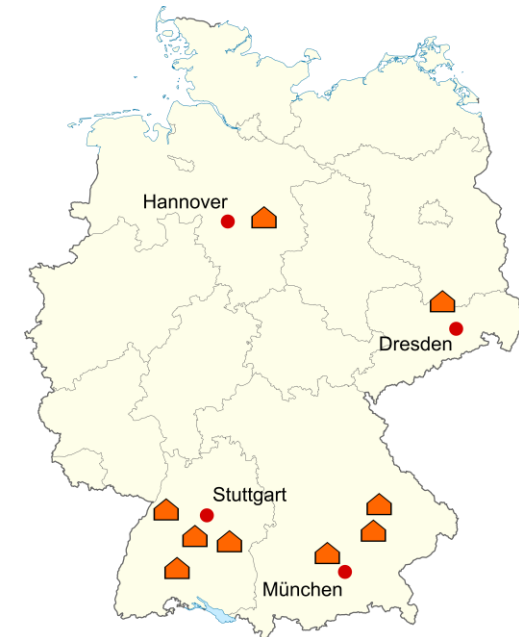
Betreut von:



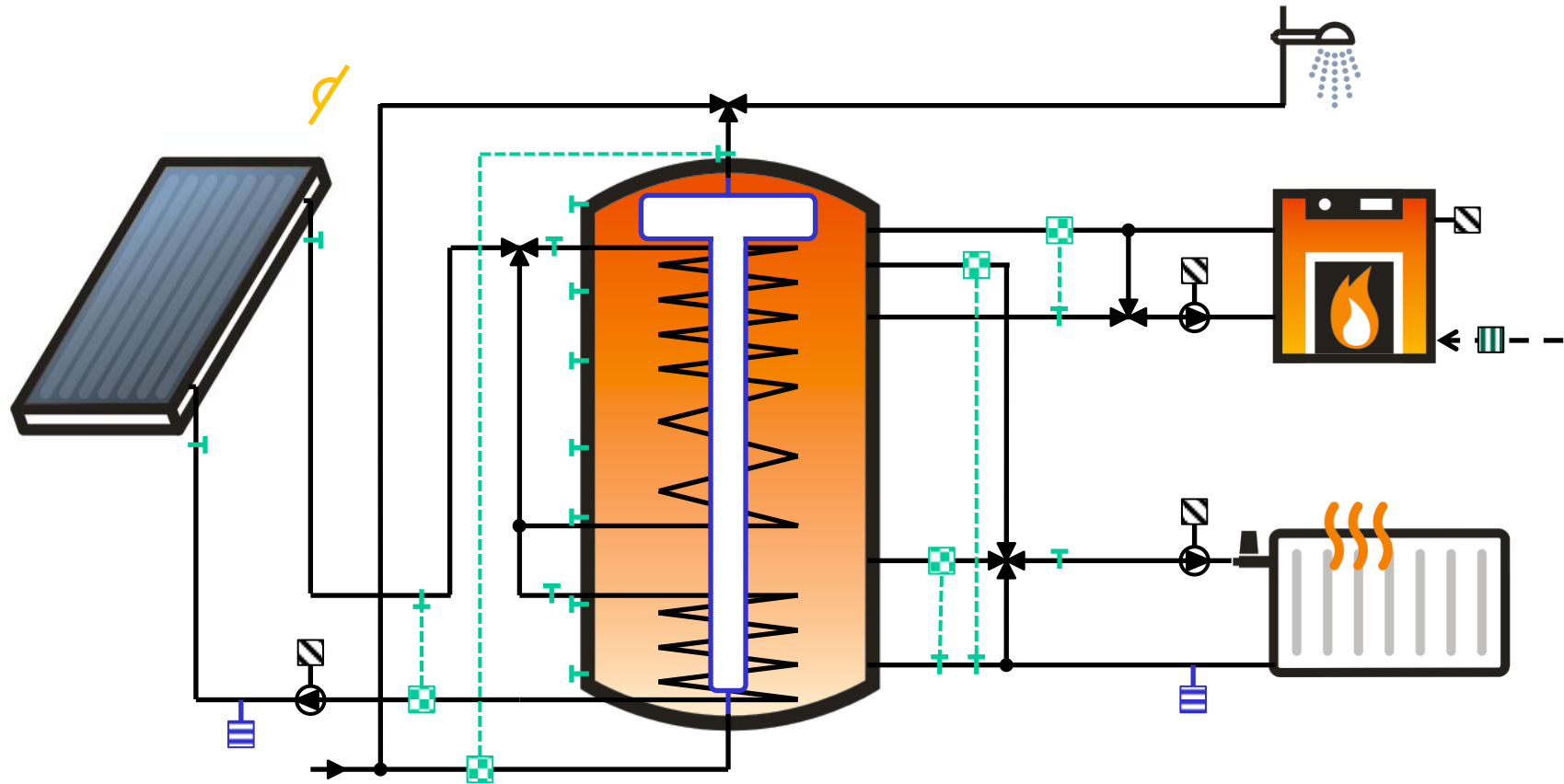
Messtechnisch untersuchte SolarAktivHäuser



- 6 Einfamilien (EFH) - und 3 Mehrfamilienhäuser (MFH)
- Charakteristika der Gebäude
 - **Gebäudenutzfläche** nach EnEV:
EFH zwischen 202 m² und 403 m²
MFH zwischen 564 m² und 1062 m²
 - guter **Wärmedämmstandard** $H_t' < 0,34 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$
 - **Flachkollektoren**
Aperturfläche von 28 m² bis 110 m²
 - **Warmwasserspeicher**
Nennvolumina von 2 m³ bis 47 m³
 - **regenerative Zusatzwärmeerzeuger (Biomasse)**



Beispielhafte Darstellung des Hydraulikschemas inkl. Messtechnik

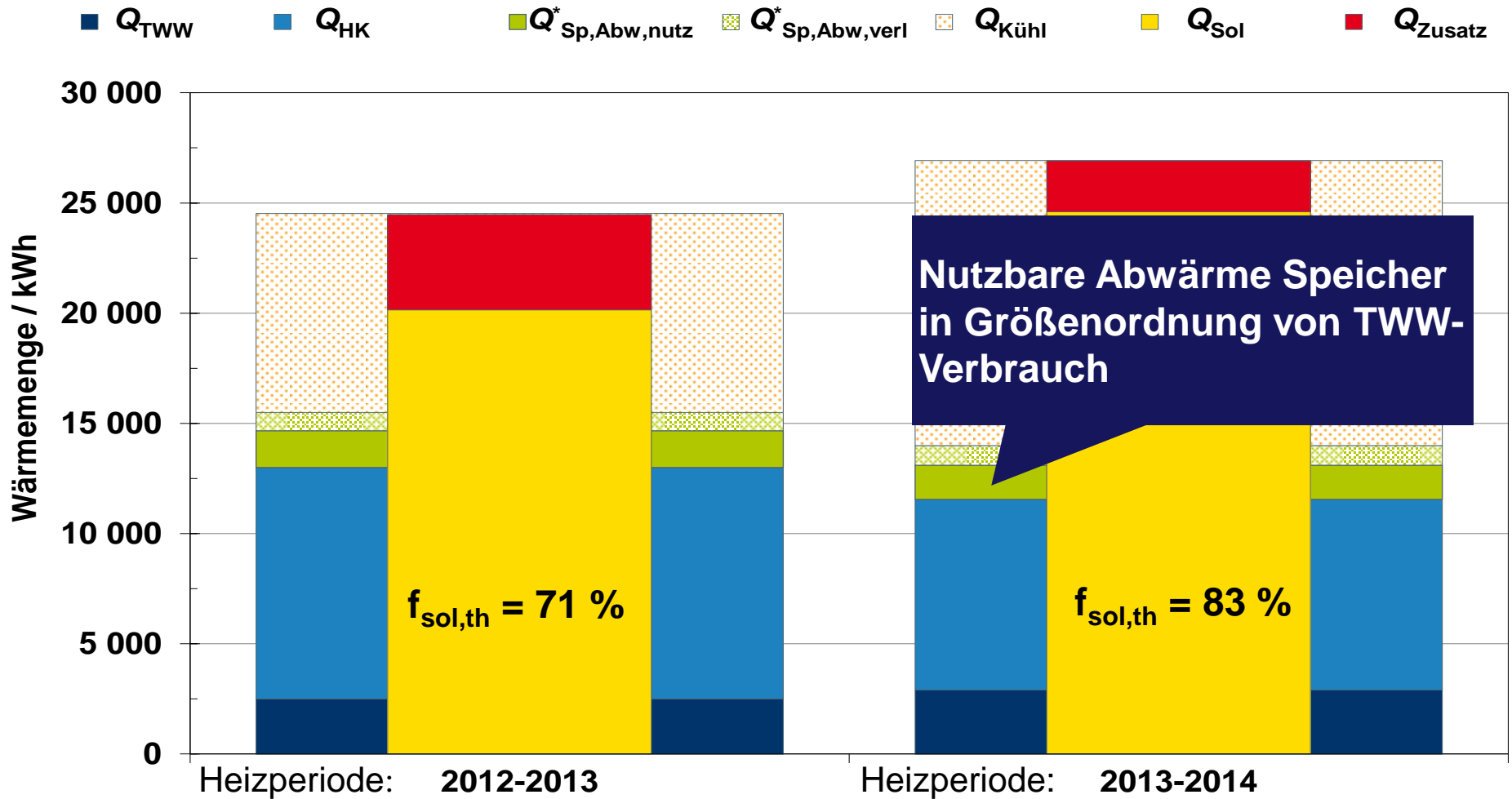


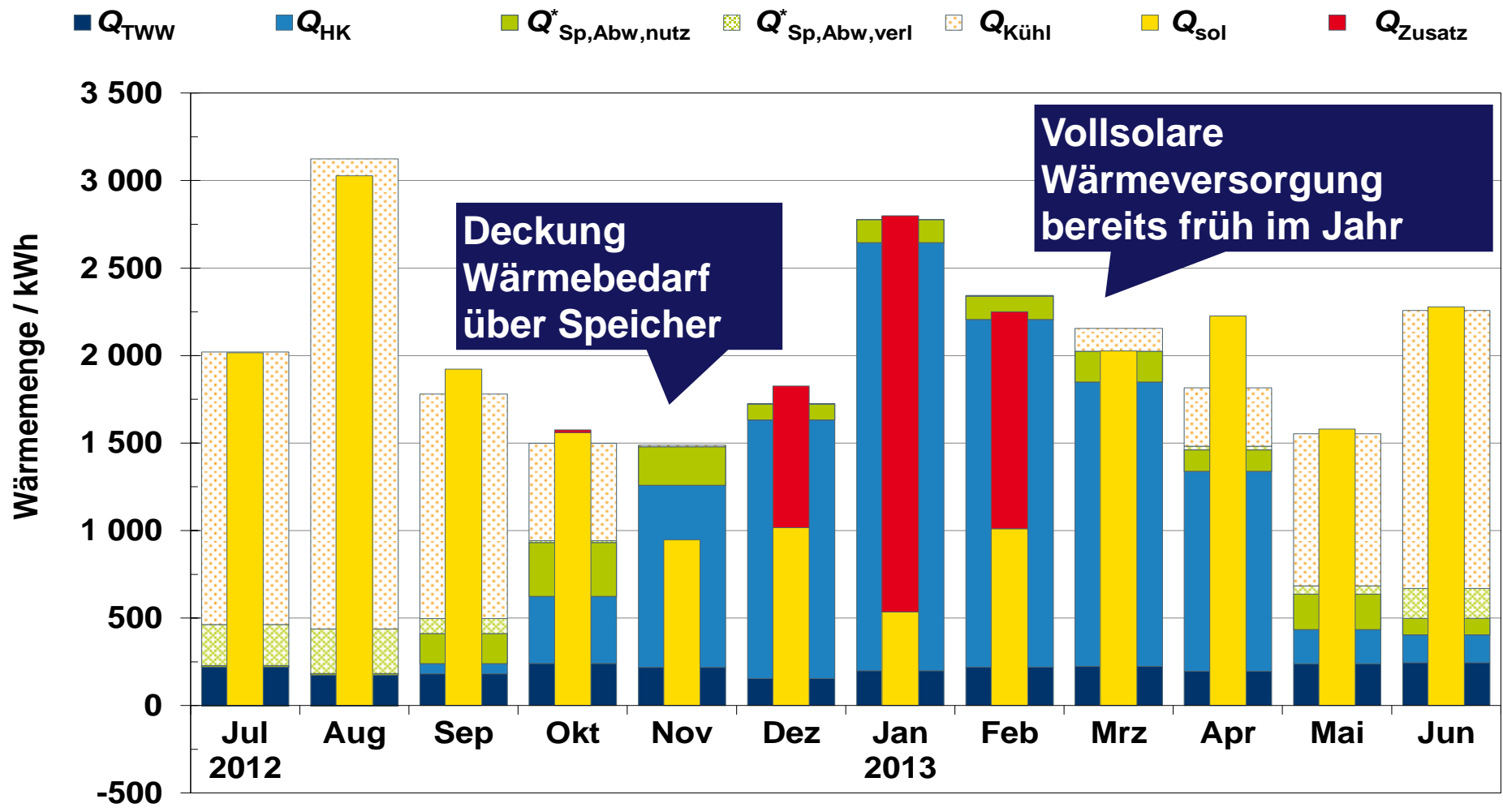
⚡ Solare Einstrahlung
 ■ Wärmemenge
 T Temperatur
 ■ Masse
 ■ Elektrische Energie
 ■ Druck

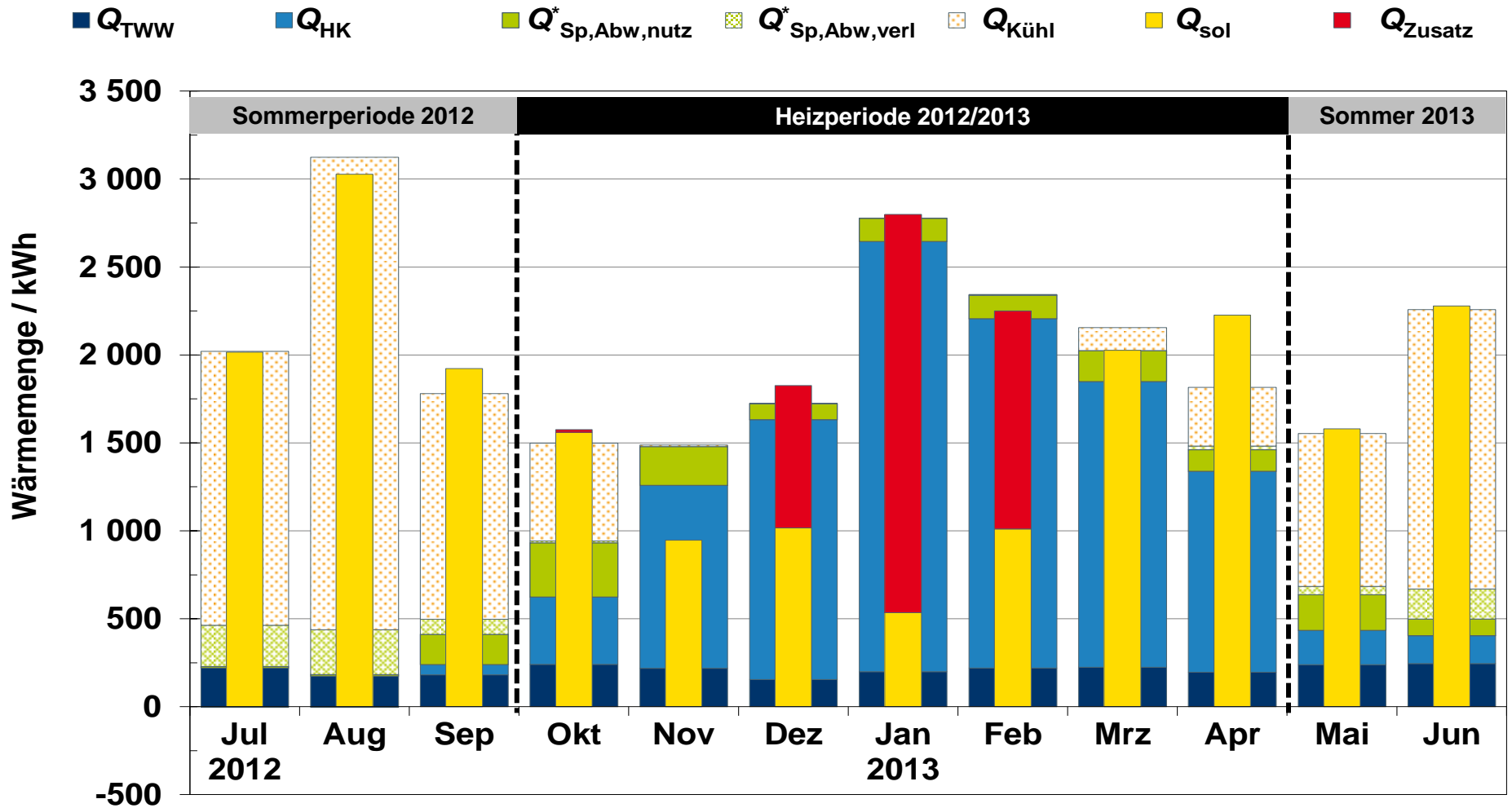
Ergebnisse München (MUN)

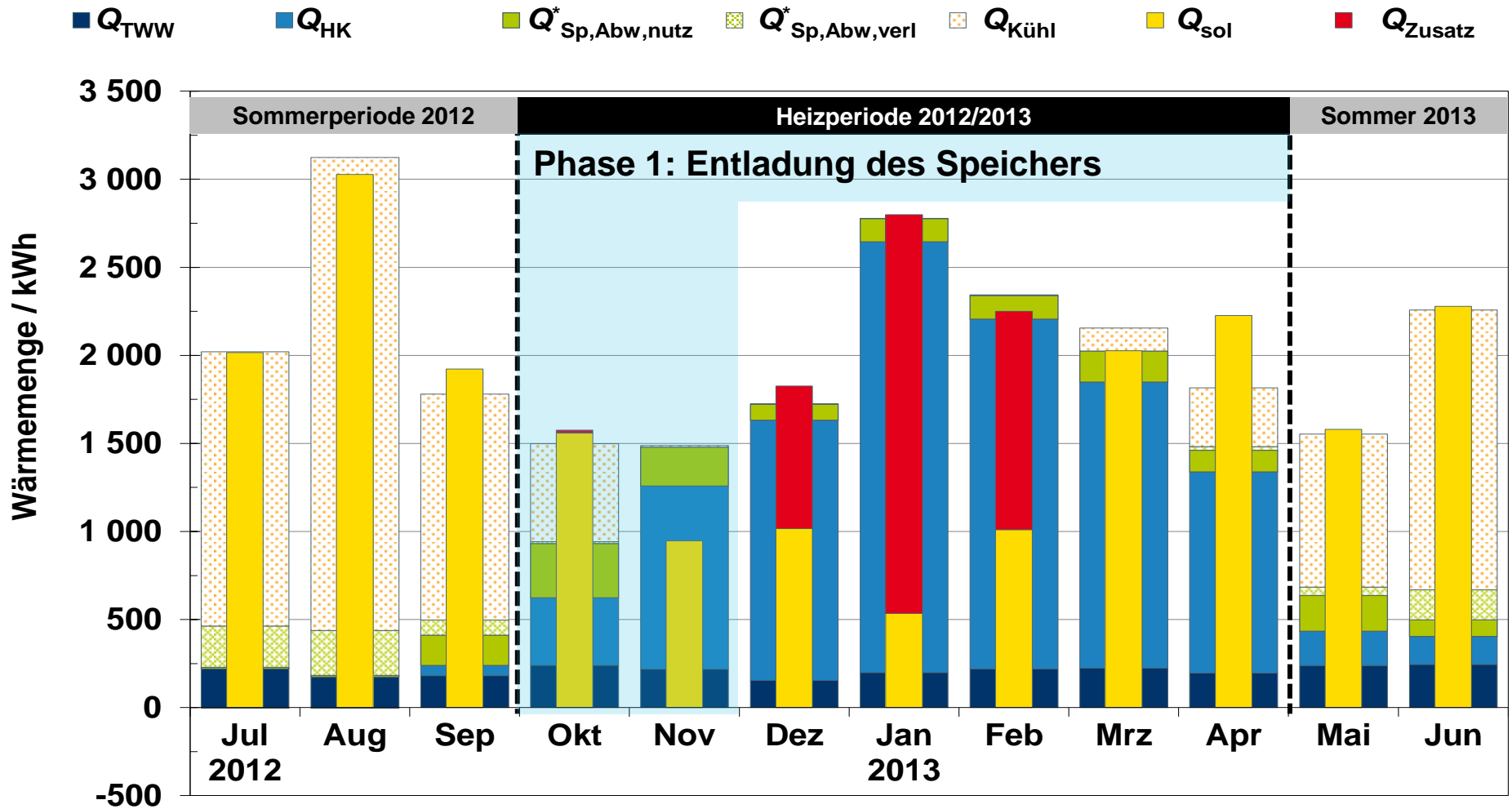


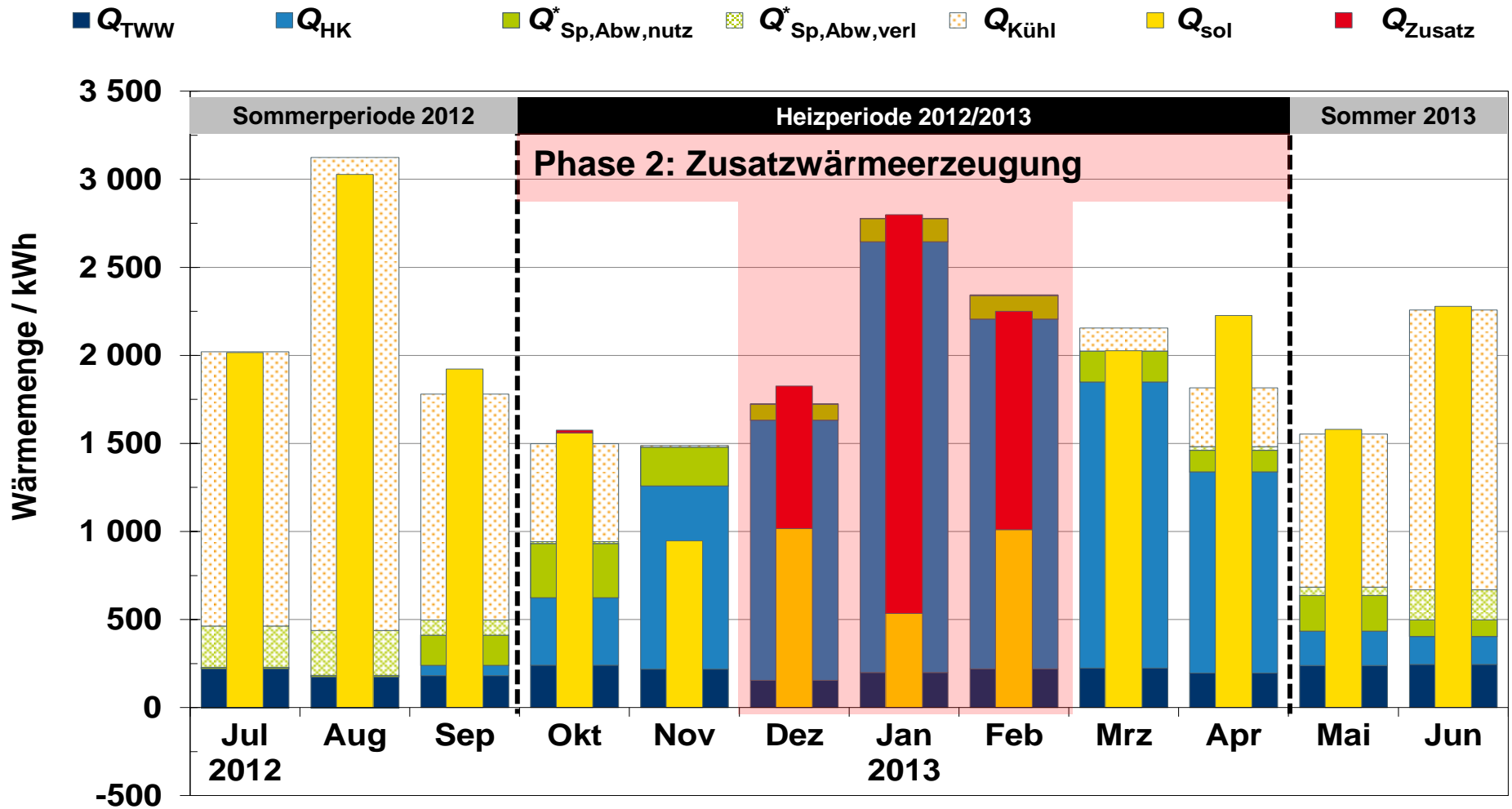
- MFH mit 6 Bewohnern (3 WE)
- Nutzfläche nach EnEV
 $A_N = 549,1 \text{ m}^2$
- Heizwärmebedarf
 $Q''_h = 35,9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
- Kollektor-Aperturfläche
 $A_{\text{Koll},a} = 62 \text{ m}^2$ (44° Neigung)
- Speicher-Nennvolumen
 $V_{\text{Sp}} = 14,9 \text{ m}^3$

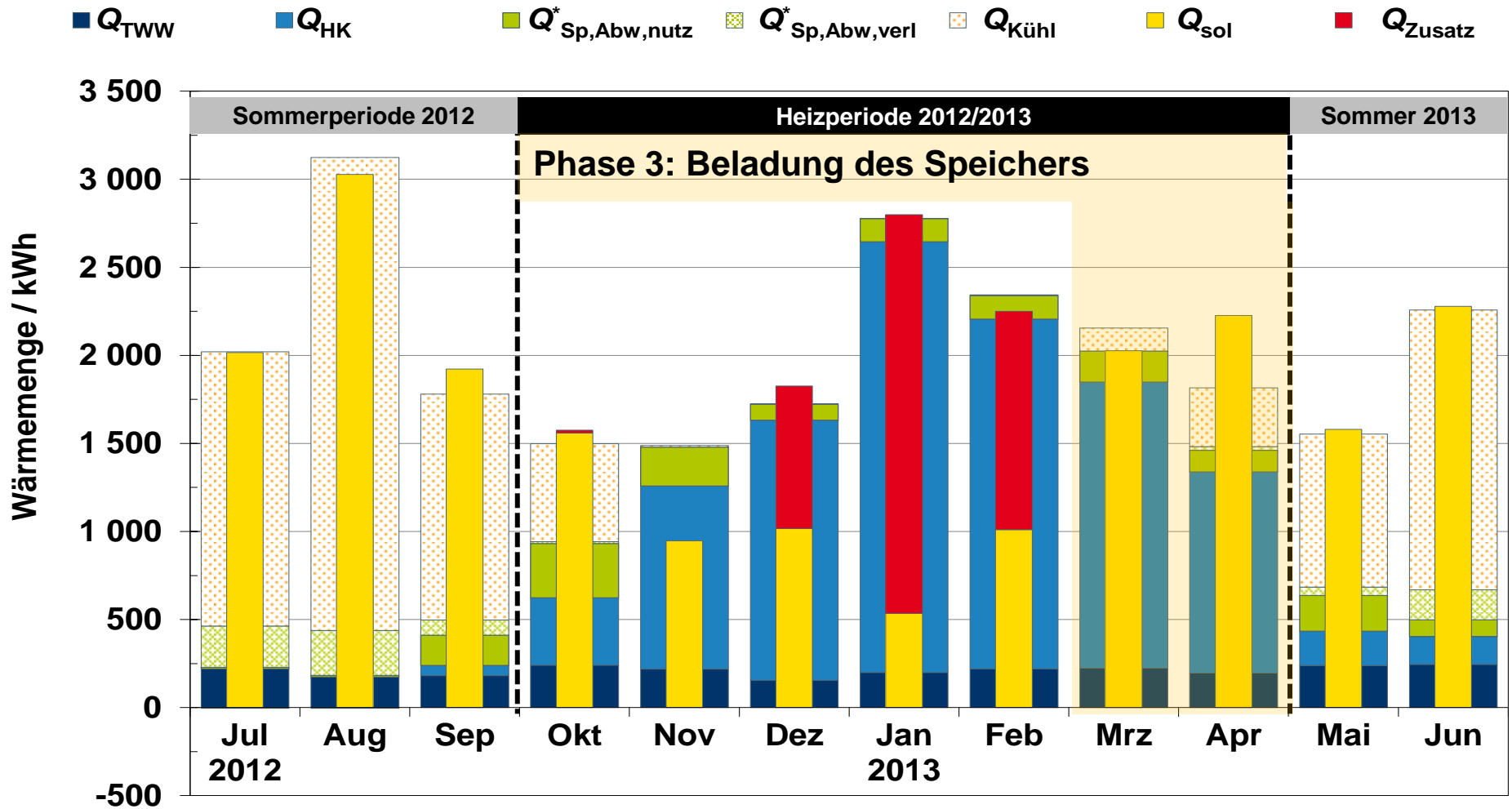


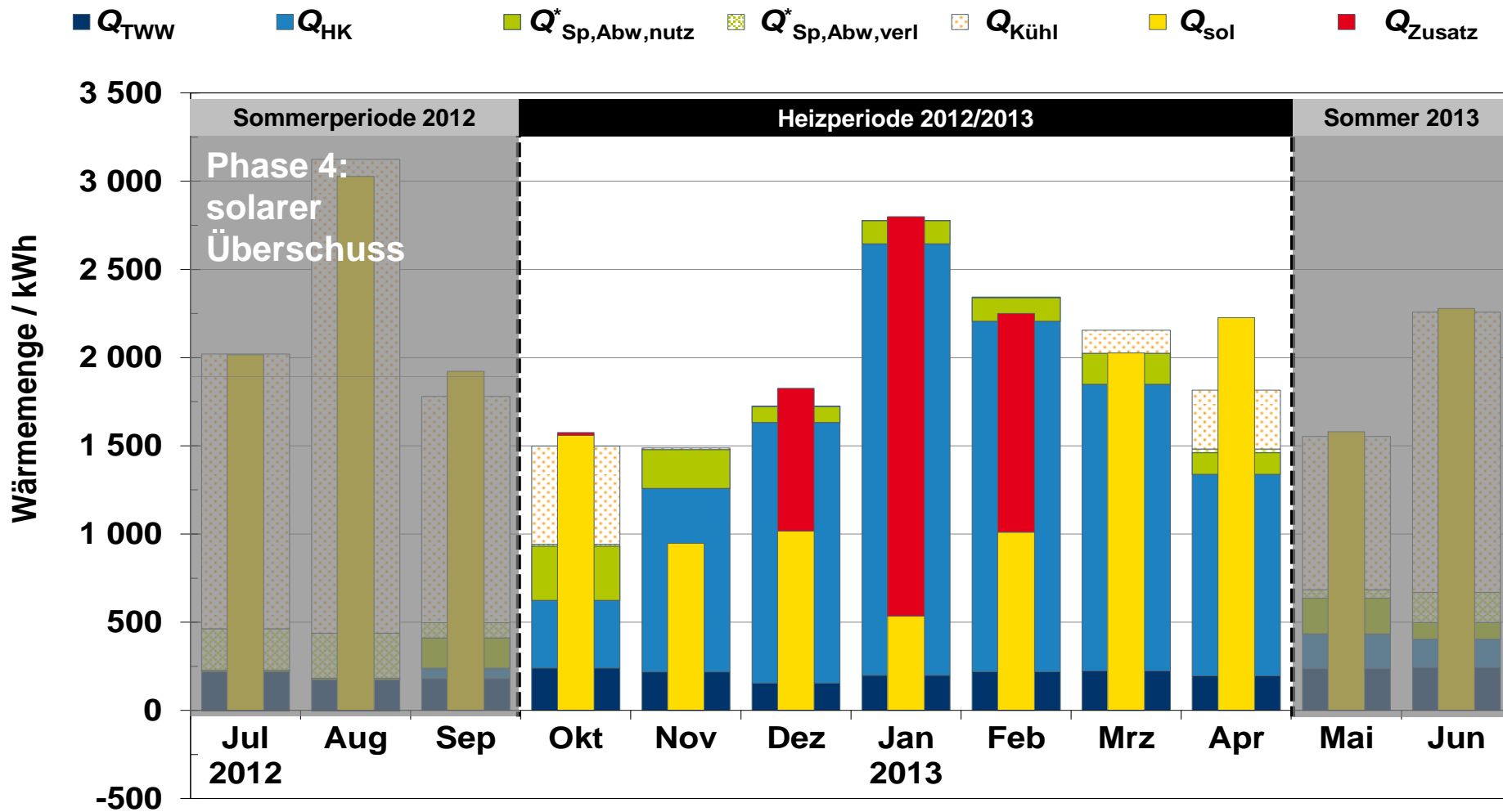


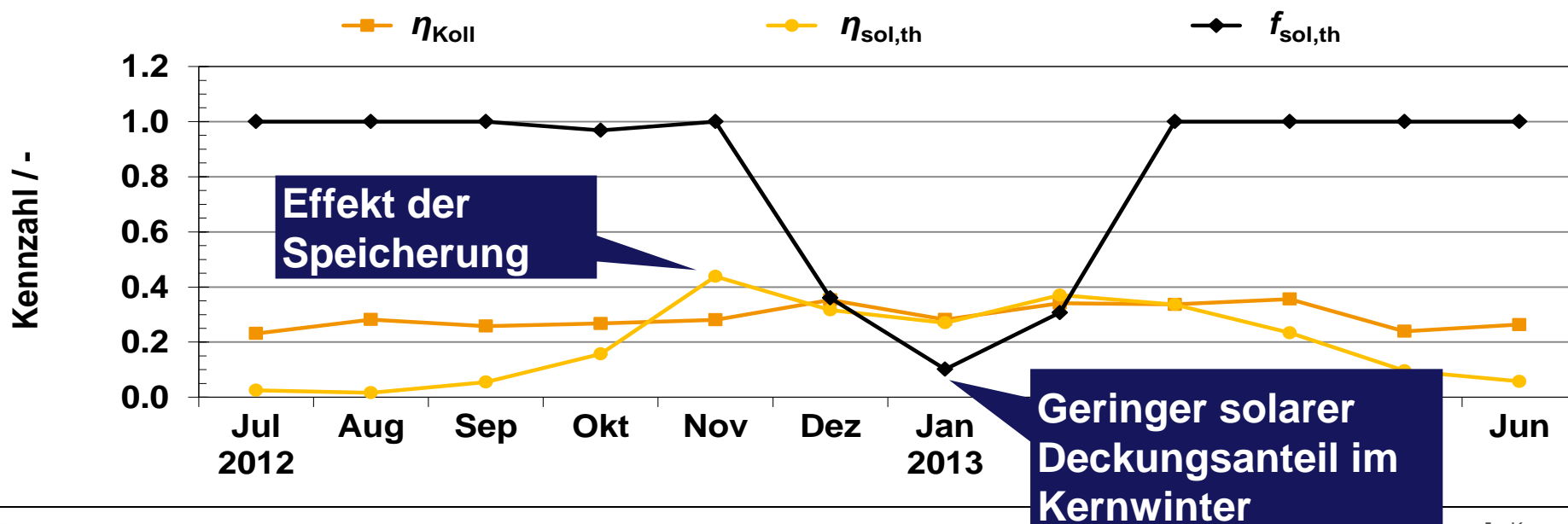
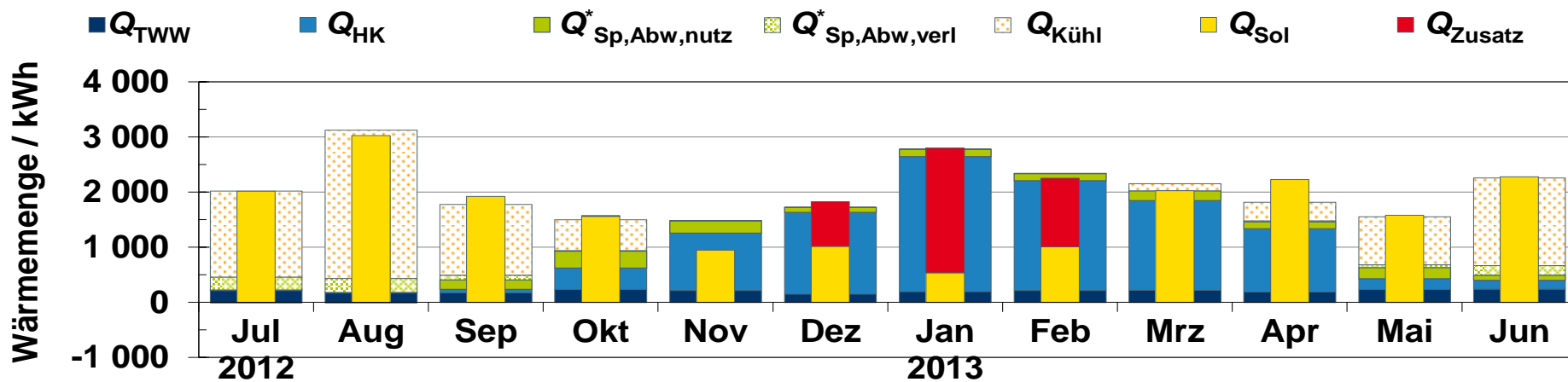


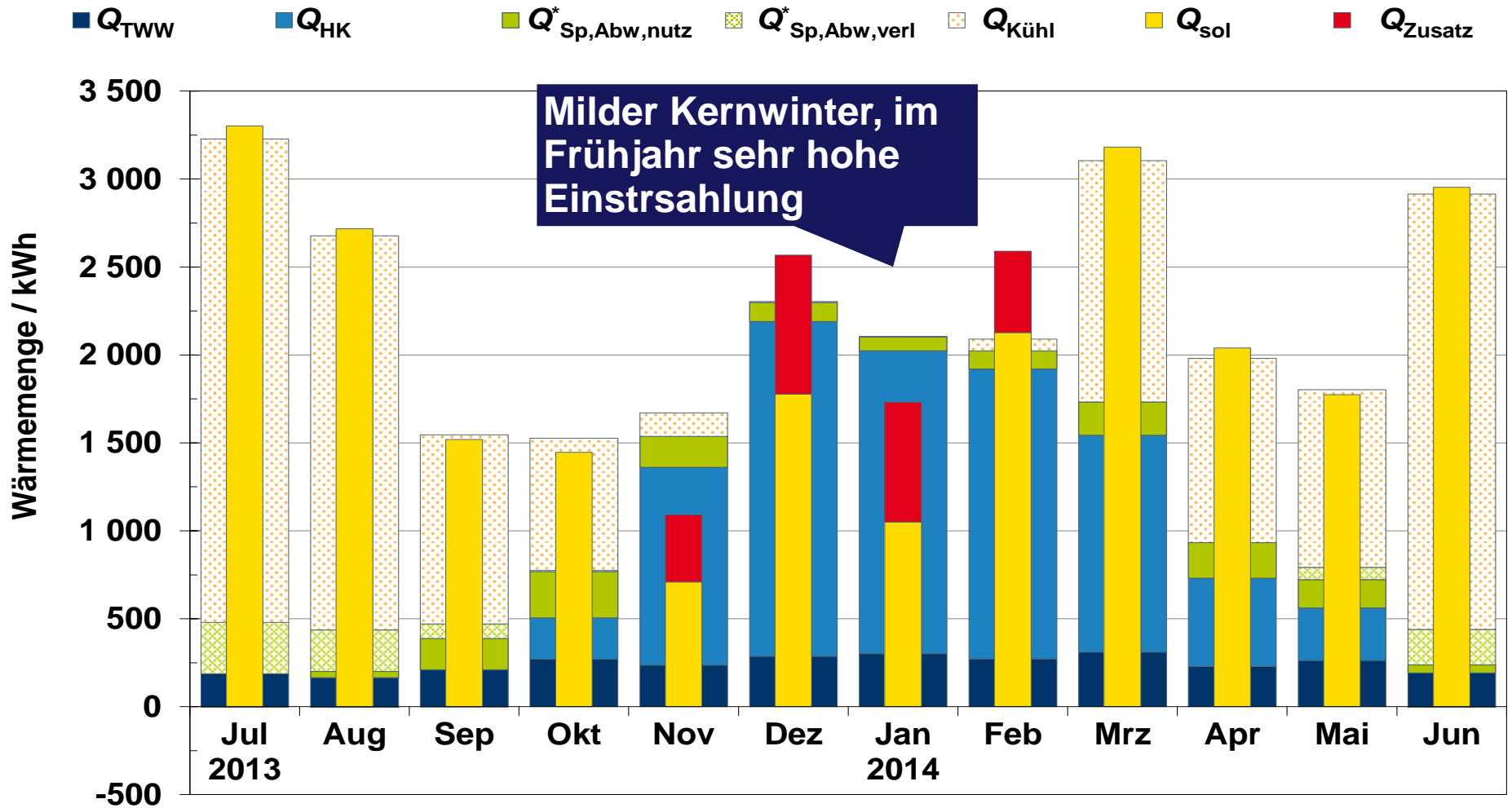


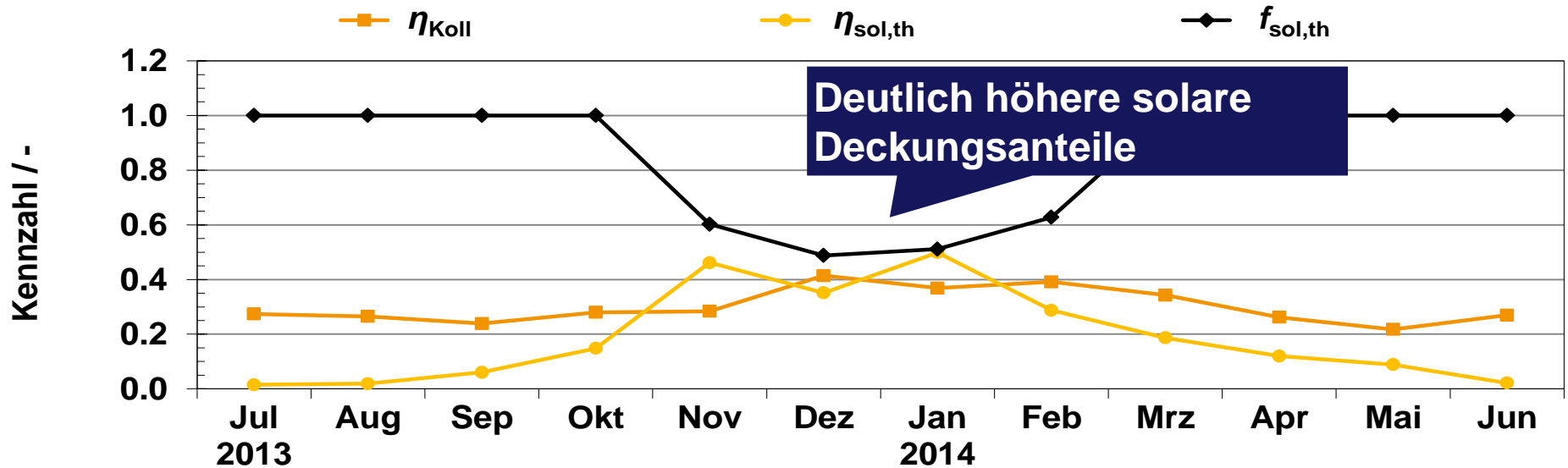
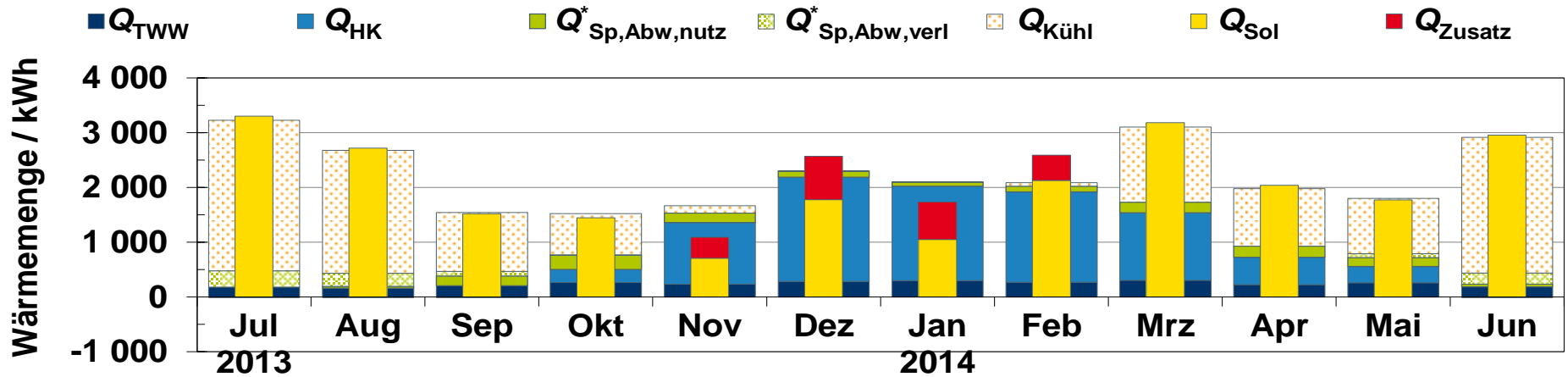












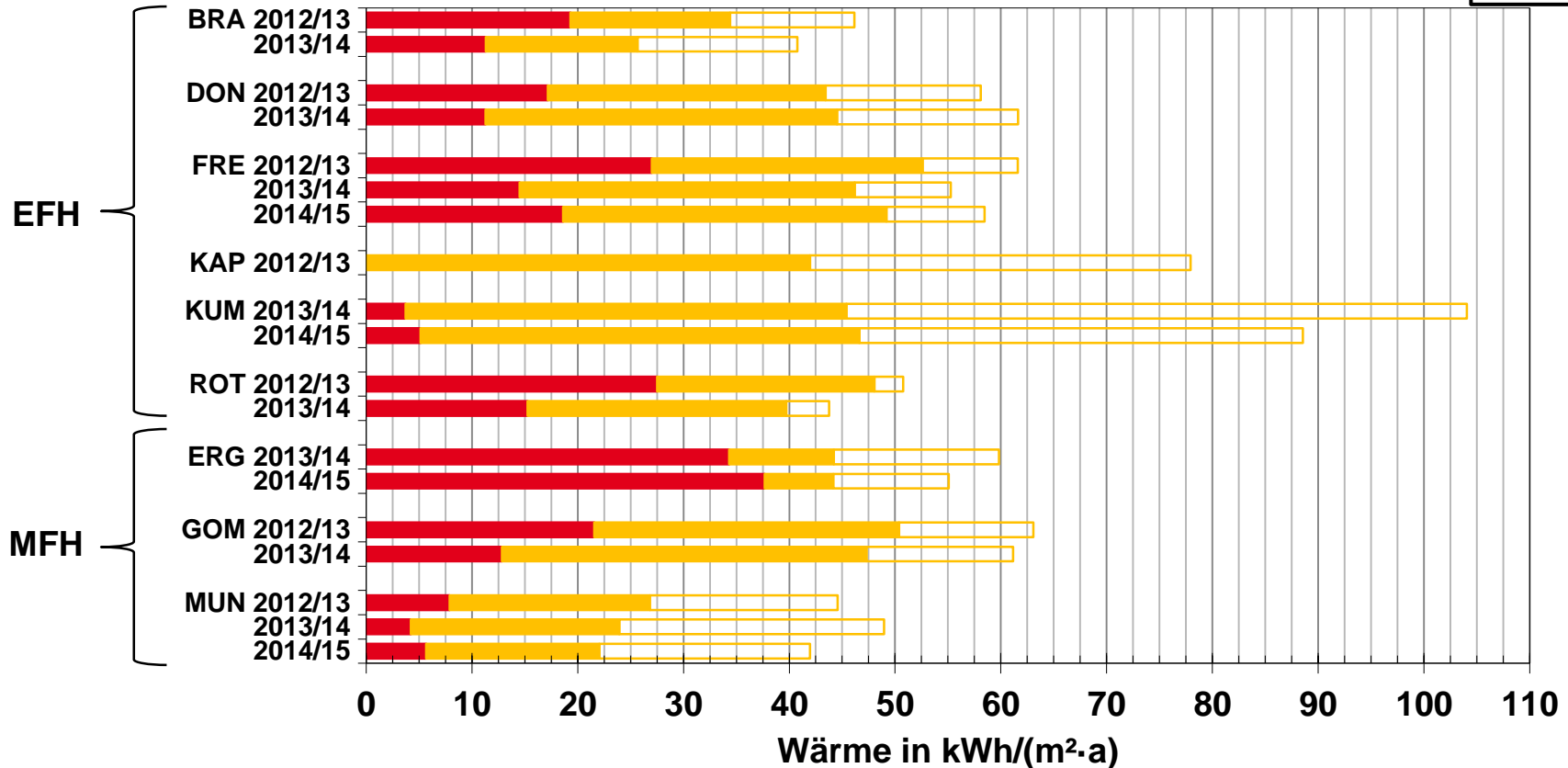
Ergebnisse für alle 9 SolarAktivHäuser (SAH)



Wärmeabgabe der Wärmeerzeuger

■ Nutzwärmeabgabe ZWE
 ■ Nutzwärmeabgabe ST
 Nicht nutzbare Wärmeabgabe ST

Messergebnisse für
Jahreszeiträume
von Juli bis Juni

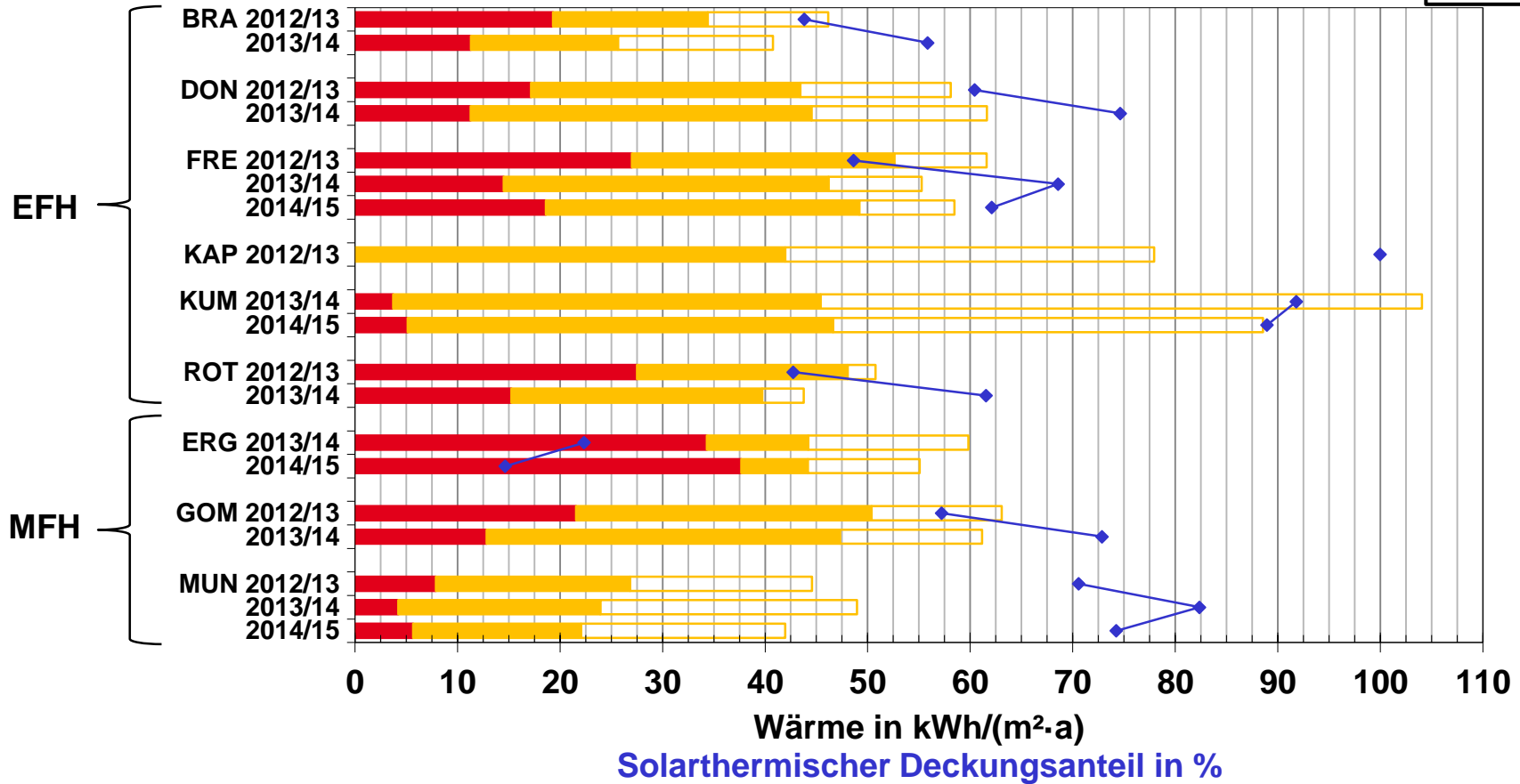


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger; ST...solarthermischer Wärmeerzeuger

Wärmeabgabe der Wärmeerzeuger

Messergebnisse für
Jahreszeiträume
von Juli bis Juni

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

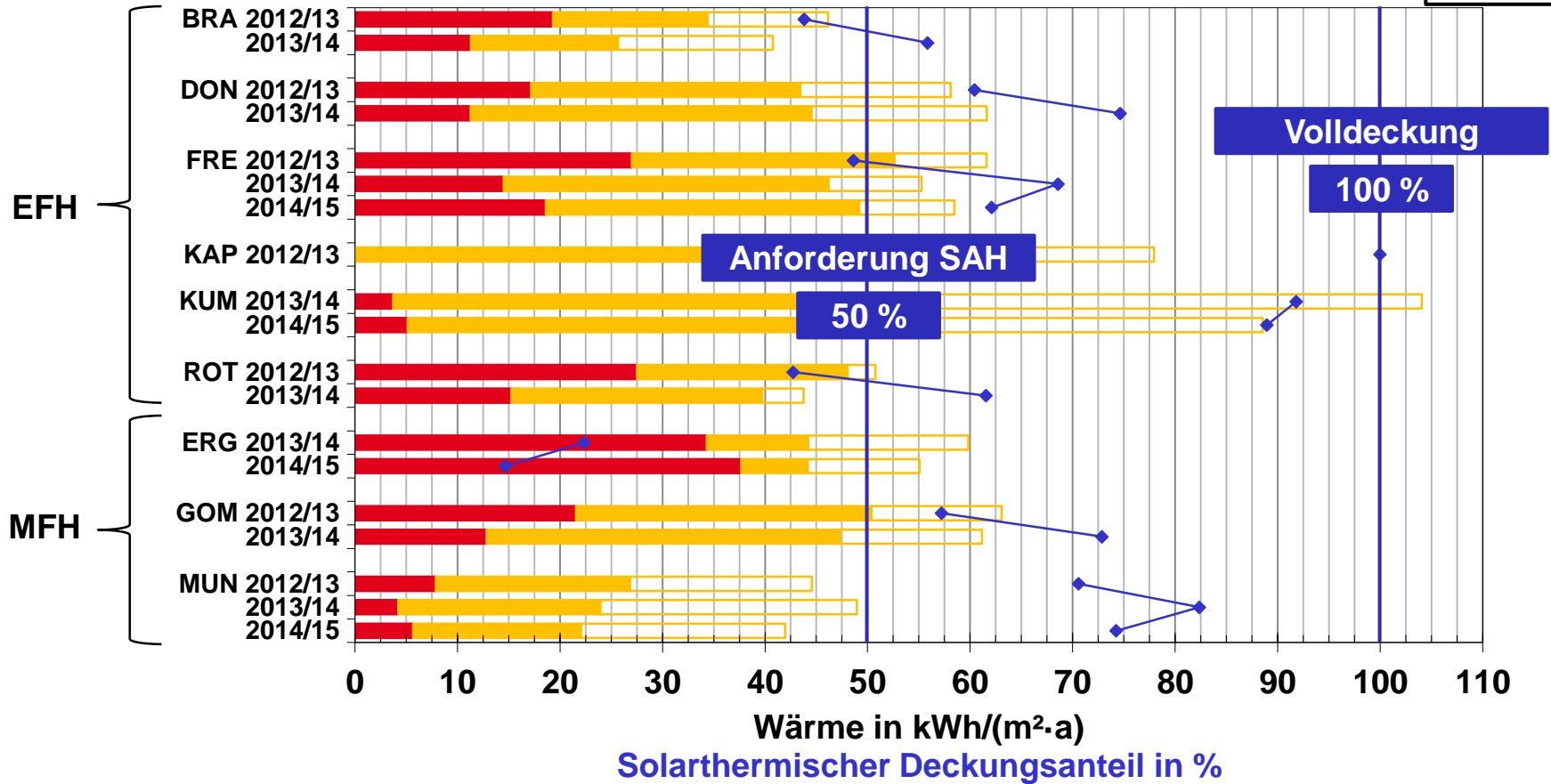


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger; ST...solarthermischer Wärmeerzeuger

Wärmeabgabe der Wärmeerzeuger

Messergebnisse für Jahreszeiträume von Juli bis Juni

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

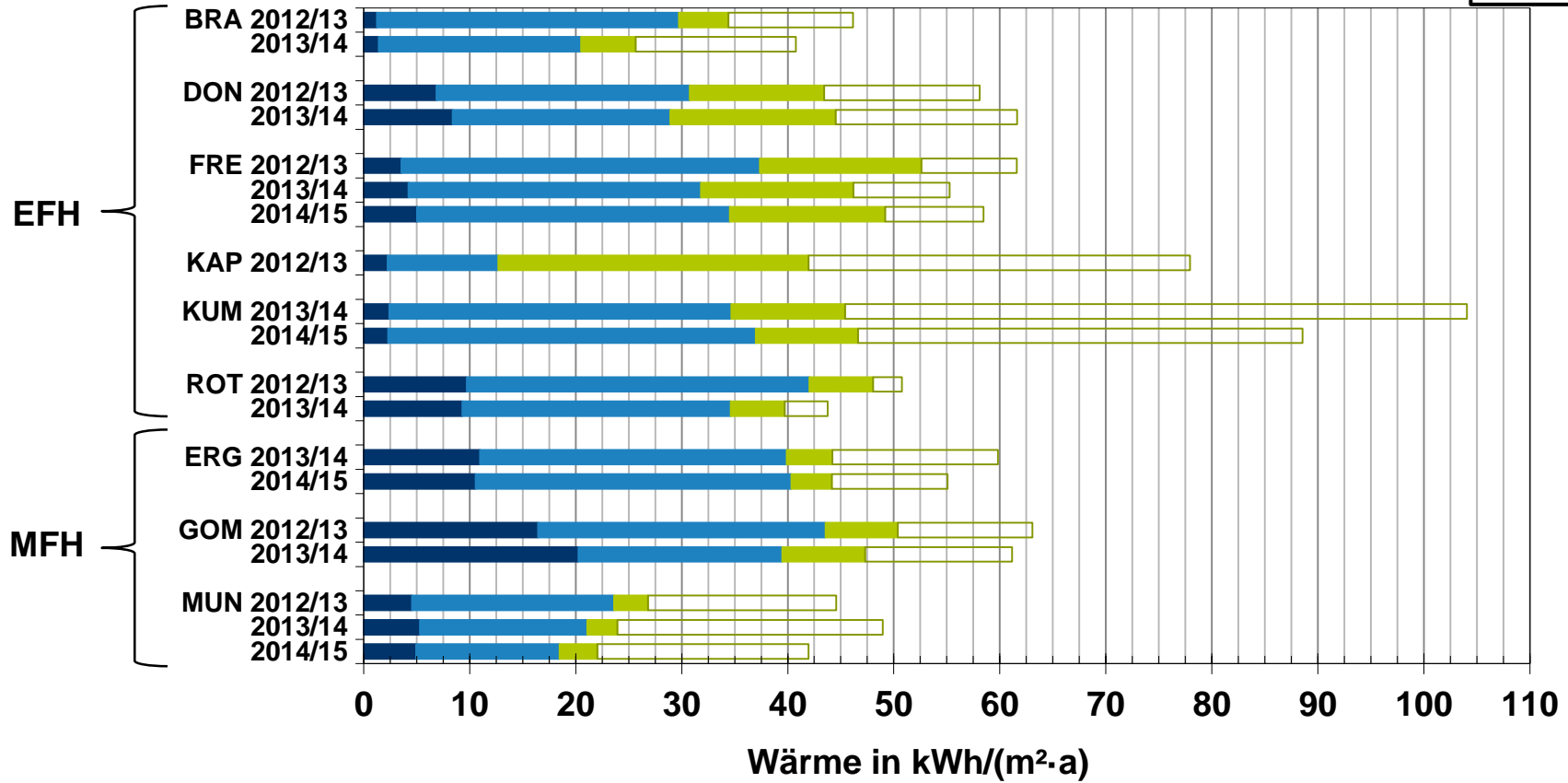


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger; ST...solarthermischer Wärmeerzeuger

Verbrauch der erzeugten Wärme

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

Messergebnisse für
Jahreszeiträume
von Juli bis Juni

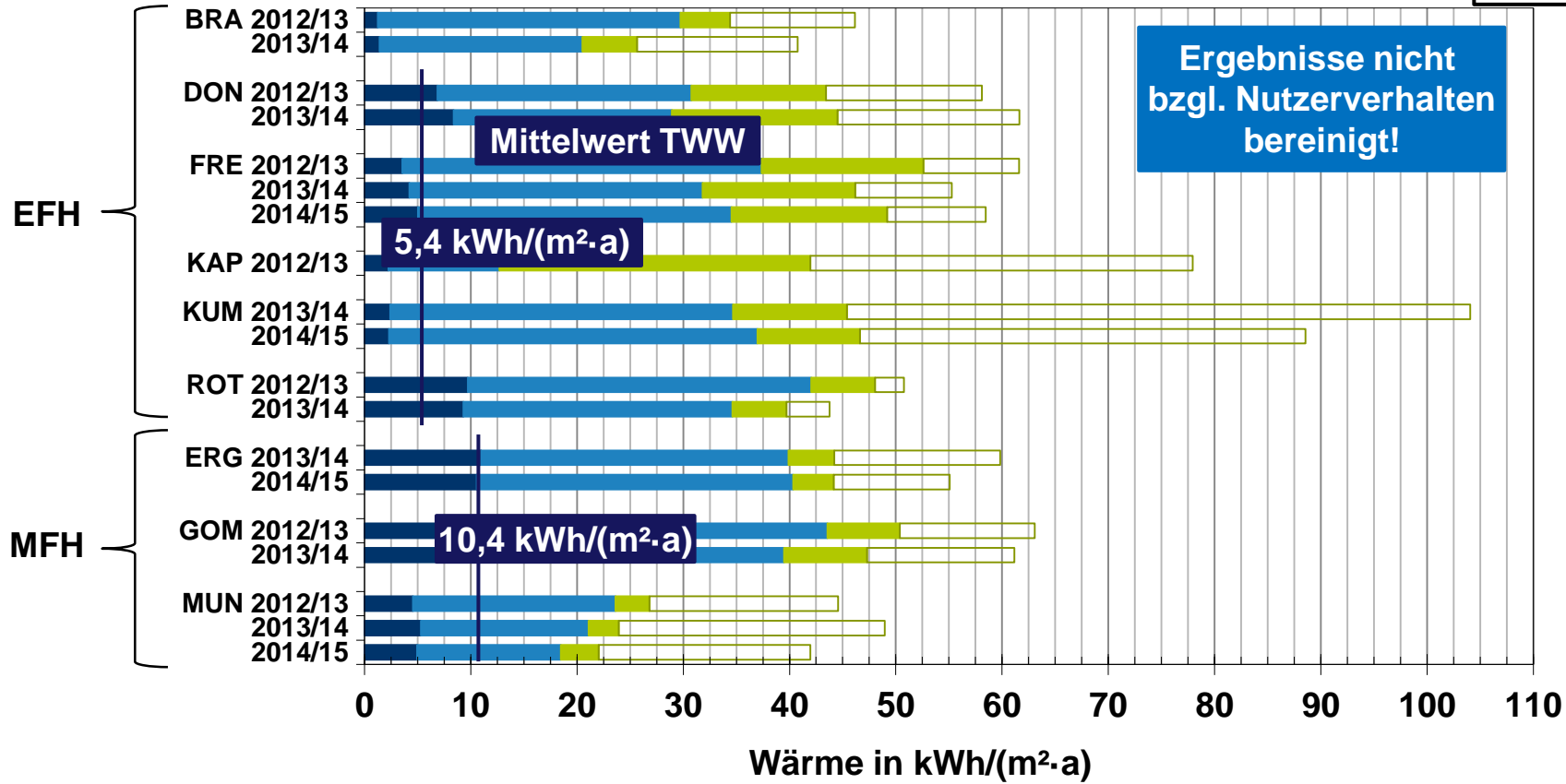


Hinweise: alle Wärmemengen bezogen auf Gebäudenutzfläche nach EnEV; ZWE...Zusatzwärmeerzeuger

Verbrauch der erzeugten Wärme

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

Messergebnisse für Jahreszeiträume von Juli bis Juni



Ergebnisse nicht bzgl. Nutzerverhalten bereinigt!

Mittelwert TWW

5,4 kWh/(m²·a)

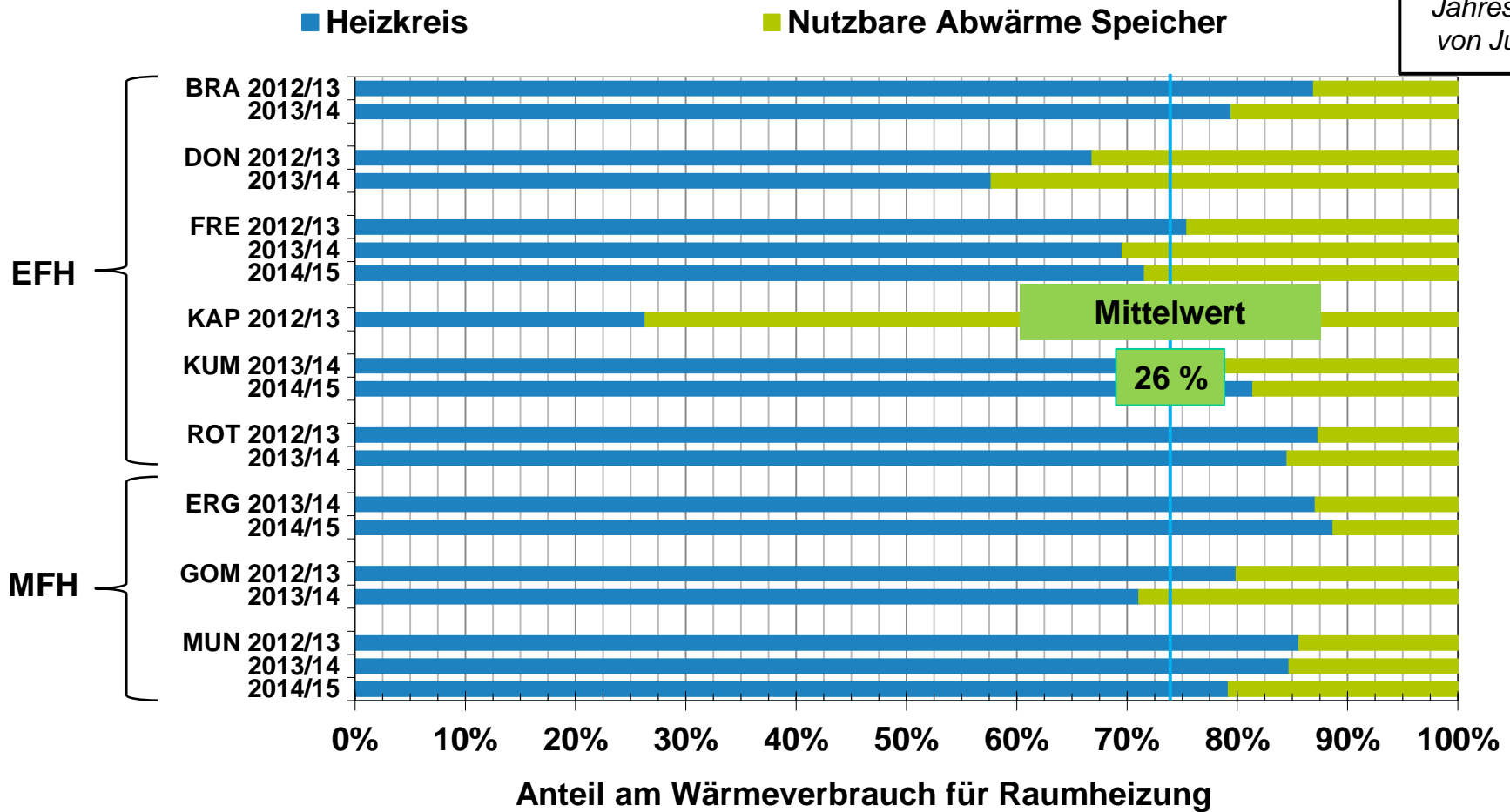
10,4 kWh/(m²·a)

Wärme in kWh/(m²·a)

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

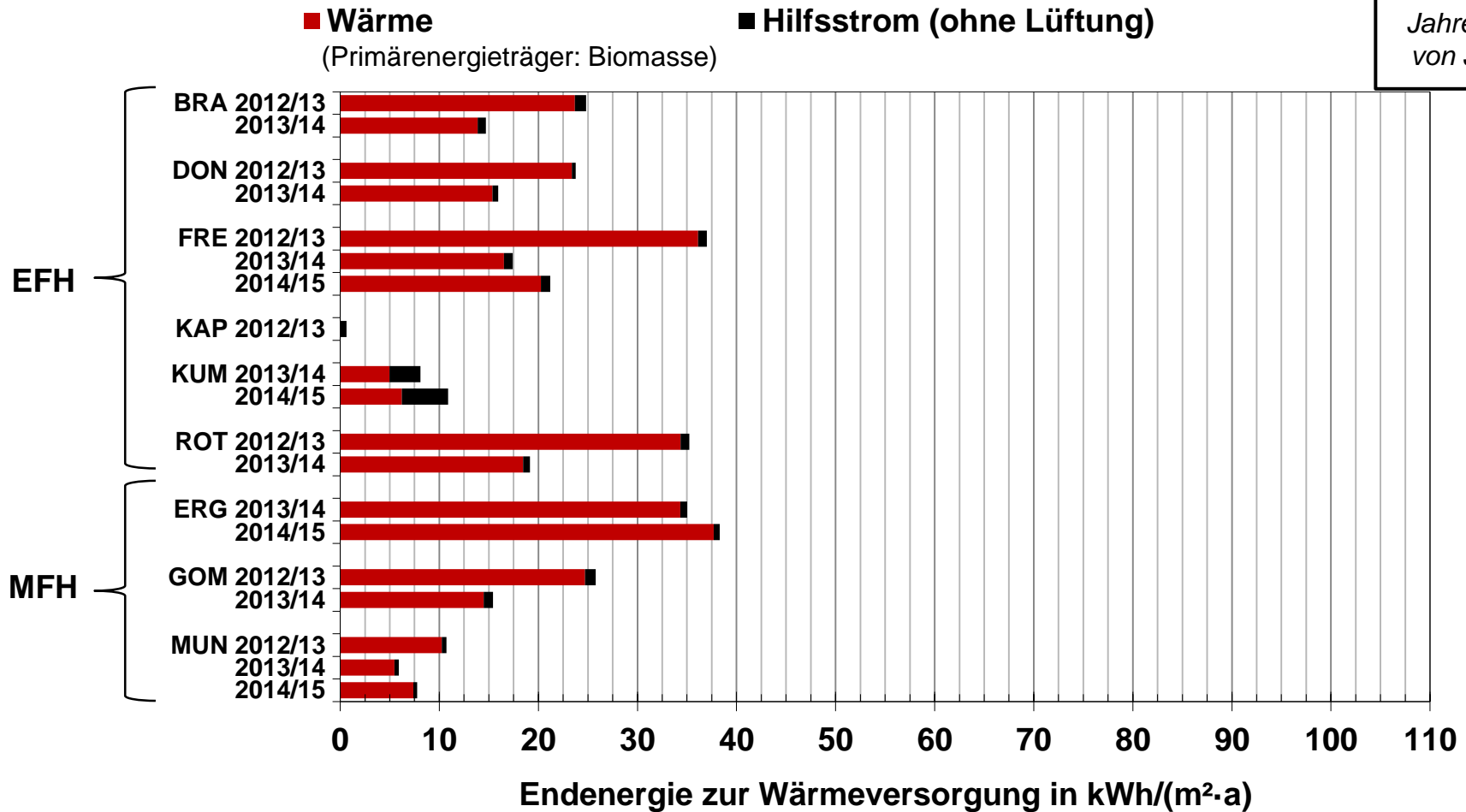
Nutzbare Abwärme der Warmwasserspeicher

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/(m²·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

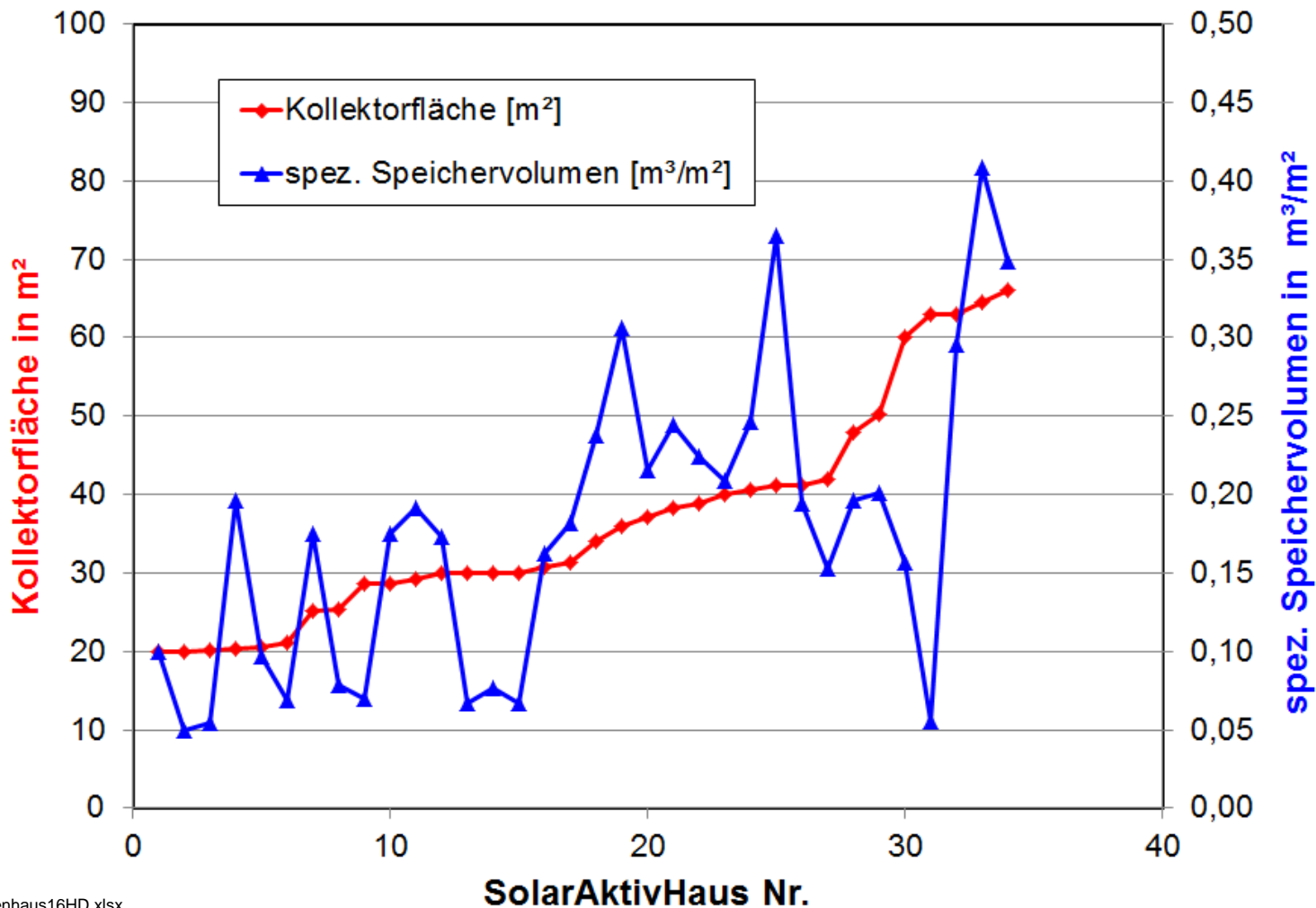
(MAP: Marktanzreizprogramm bzw. Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt)

Im Jahr 2016 wurden 34 Anlagen gefördert.

- davon 32 mit ertragsabhängiger Förderung
- 30 in Neubauten, 4 in Bestand
- Ø Kollektorgröße 36,6 m², Ø Speichervolumen 7,2 m³
- 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

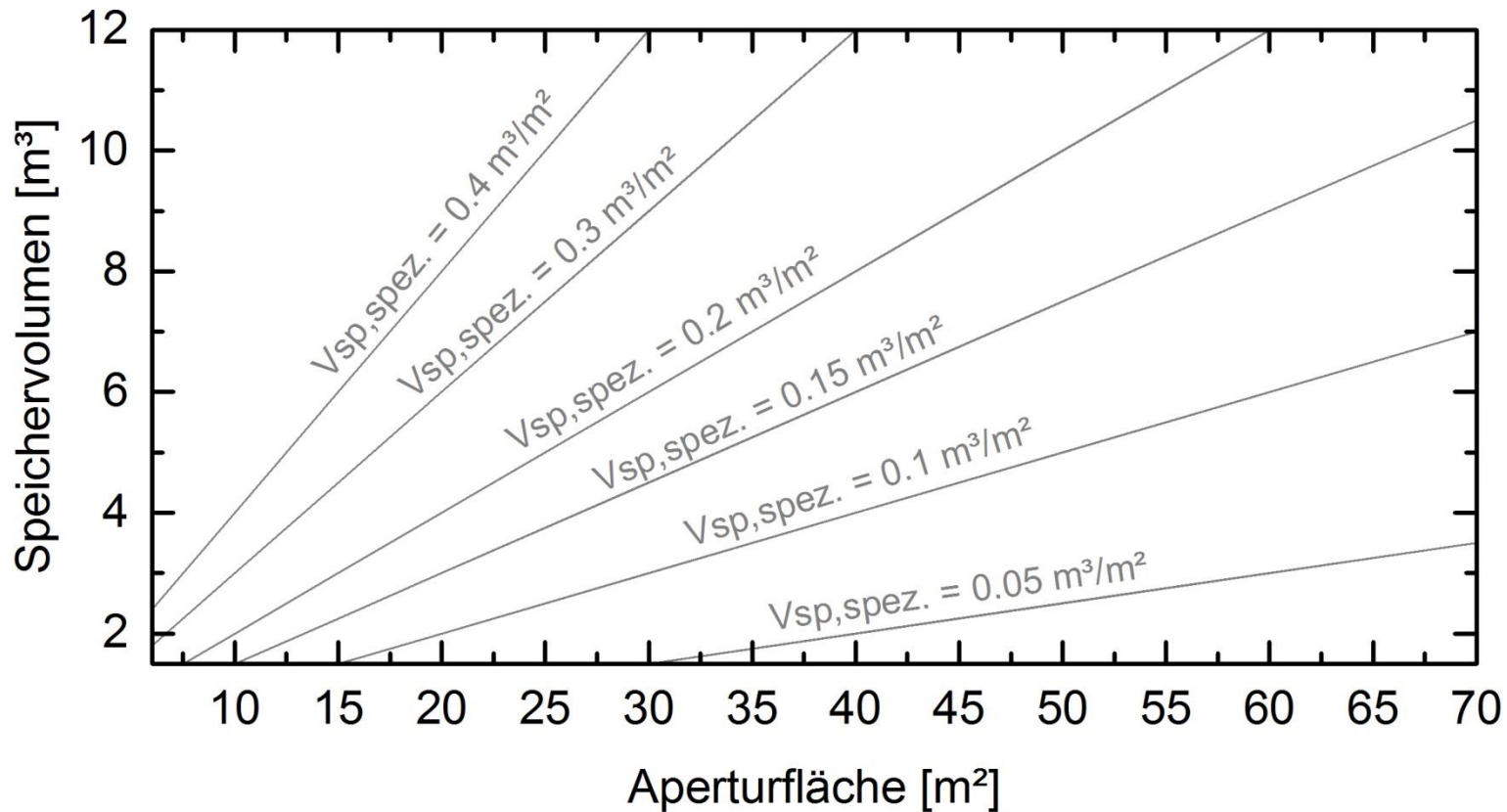


Datenquelle: Janybek Orozaliev, Uni Kassel

File: 2017\MAP_BAFA_Sonnenhaus16HD.xlsx

Sensitivität Wärmeversorgungskosten SolarAktivHäuser

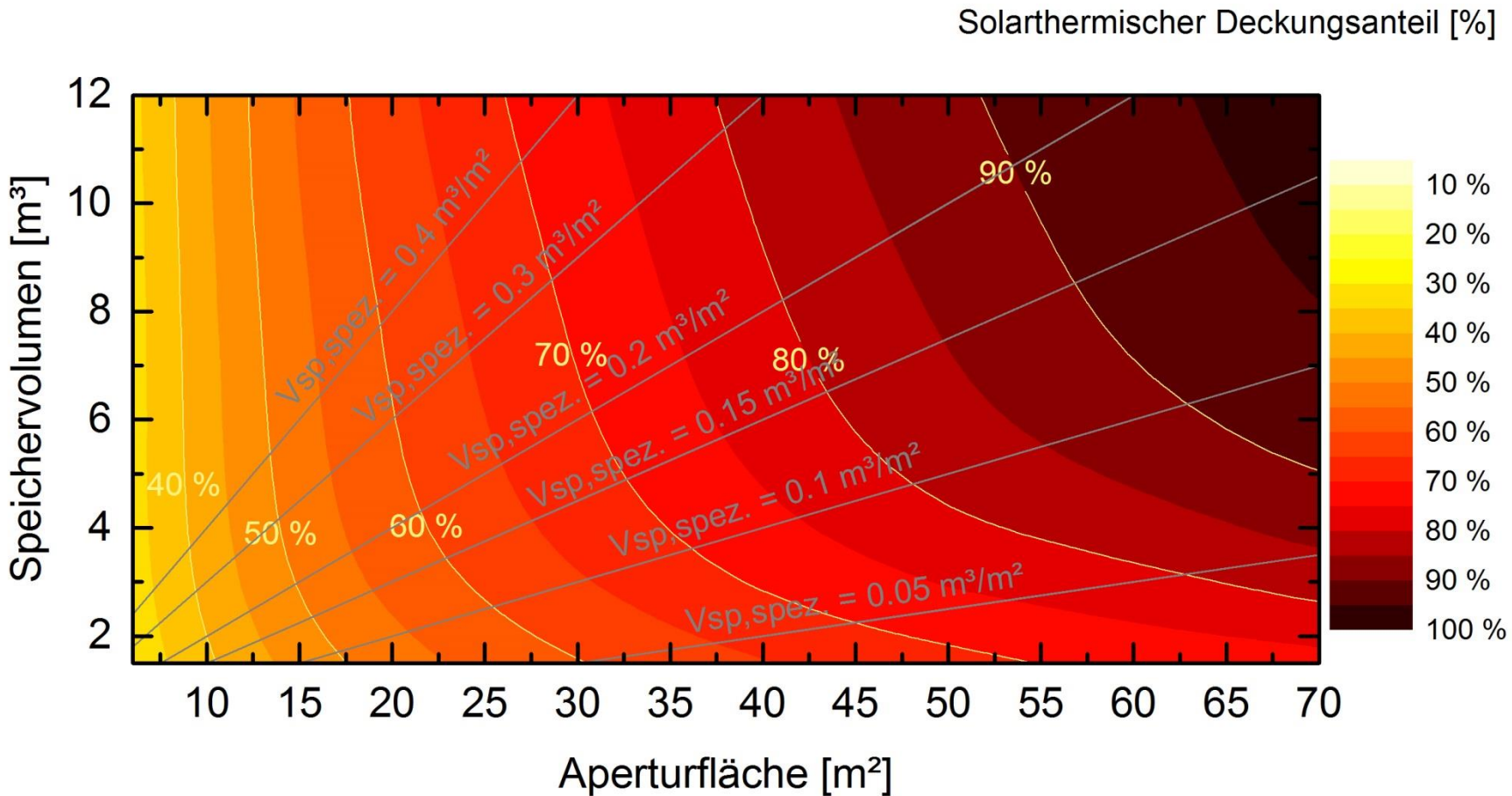
Preissteigerung Endenergie: 3%/a | Gas-Kessel | MAP-Förderung: nein
Gebäude: KfW40 | Heizkreis: FBH, standard | Wohnraumverlust: nein



Quelle: Axel Oliva, Fraunhofer ISEI

Sensitivität Wärmeversorgungskosten SolarAktivHäuser

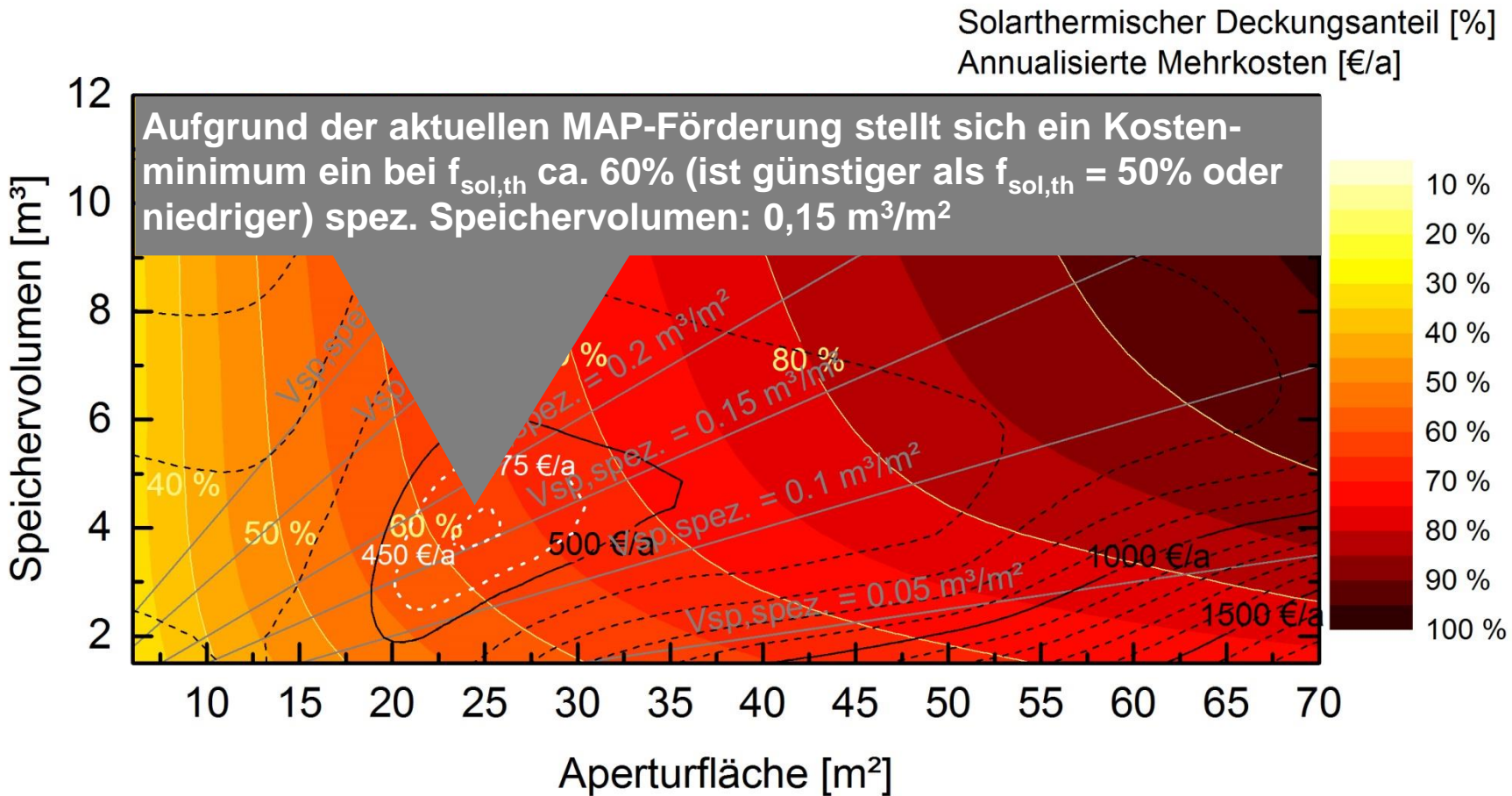
Preissteigerung Endenergie: 3%/a | Gas-Kessel | MAP-Förderung: nein
Gebäude: **KfW40** | Heizkreis: FBH, standard | Wohnraumverlust: nein



Quelle: Axel Oliva, Fraunhofer ISEI

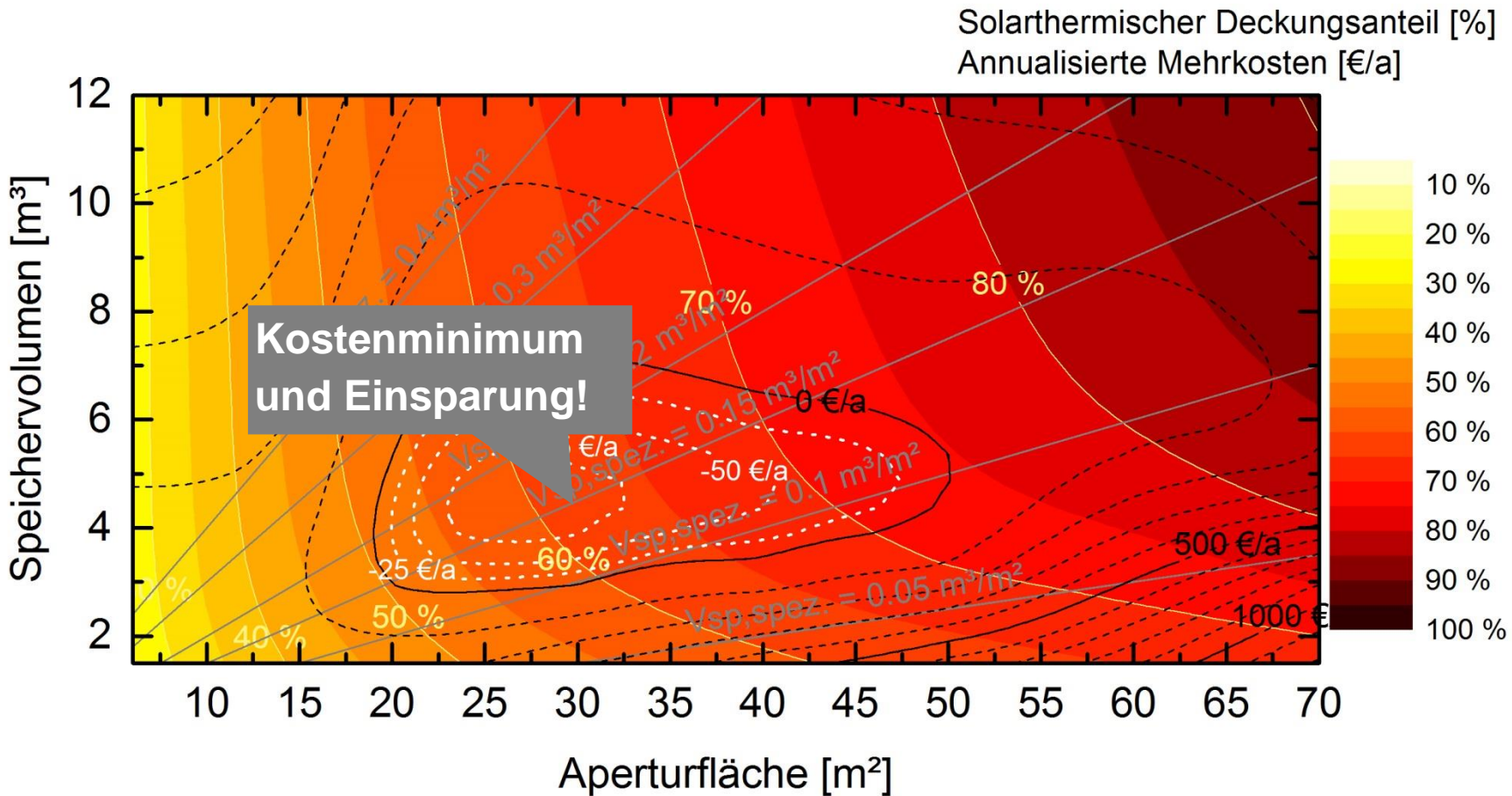
Sensitivität Wärmeversorgungskosten SolarAktivHäuser

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



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⁺)**

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>