



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Gebäude- und Solartechnik
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch
Mühlenpfordtstraße 23
D-38106 Braunschweig
www.tu-braunschweig.de/igs



PV to Heat im „Stromhaus“ Ergebnisse aus Systemanalysen und Betriebserfahrungen

Dipl.- Ing. Franziska Bockelmann , Univ. Prof. Dr. M. Norbert Fisch

Betriebsstrategien für EnergiePLUS-Gebäude am Beispiel der Berghalde

Laufzeit (Folgeprojekt) :
08/2013 - 08/2015

Förderung:



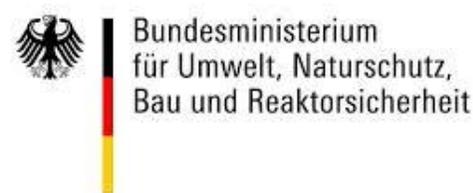
FORSCHUNGSINITIATIVE
ZukunftBAU



future:solar - Systemanalyse zur solaren Energieversorgung

Laufzeit:
05/2012 - 04/2014

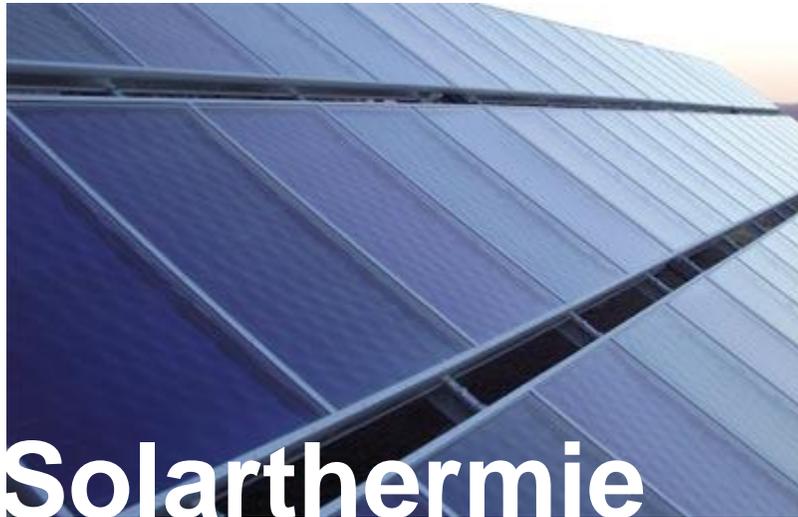
Förderung:



Partner:



„Heizen mit der Sonne?“ Eine Konzeptentscheidung!



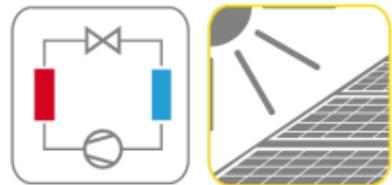
Zukunftstrend

Gebäude als Kraftwerk – aktiv statt passiv

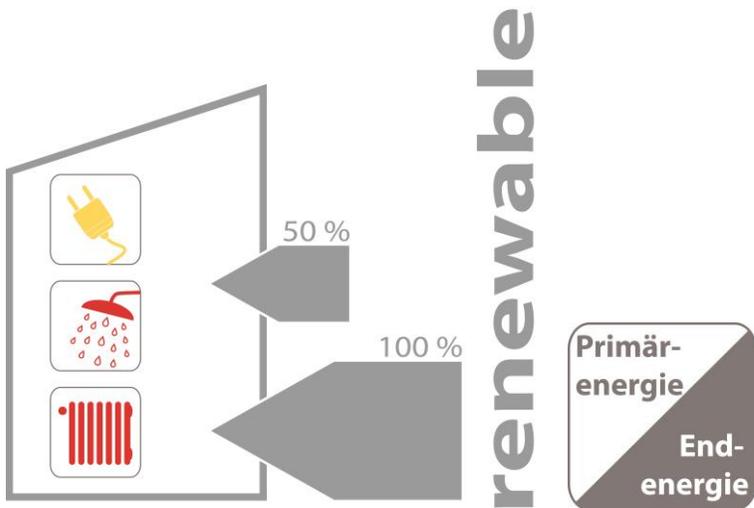
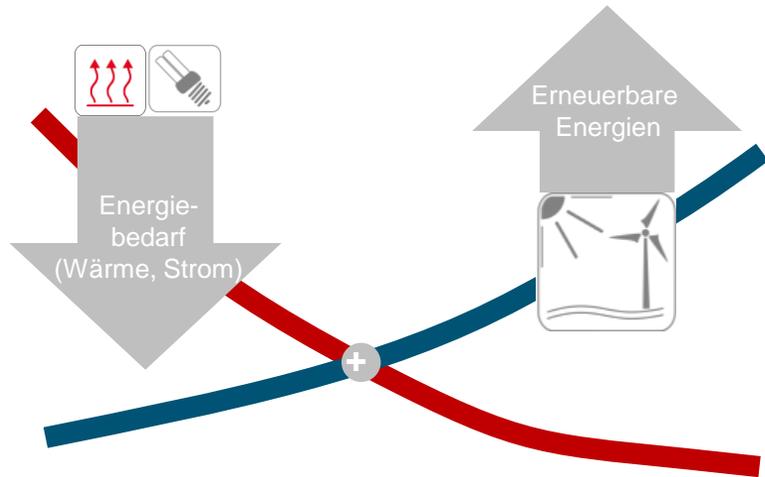
Umsetzung und Realisierung über eine solare Energieversorgung



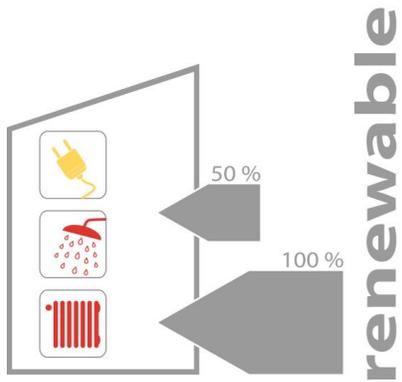
solarthermische Anlage
und Photovoltaik-Anlage



Photovoltaik-Anlage in
Kombination mit Wärmepumpen

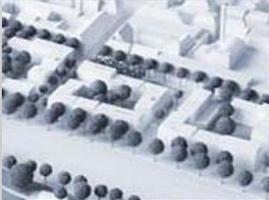
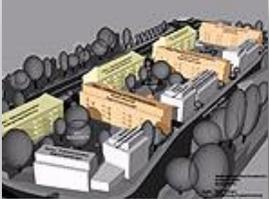


- Optimierung durch Reduzierung des Energiebedarfs und effiziente Nutzung erneuerbarer Energien
- 50 % bis 100 % erneuerbare (solare) Energieversorgung von Gebäuden (Gesamtenergiebedarf - Strom und Wärme)
- Hoher Eigenstromnutzungsanteil



Systemkonfigurationen

Wirtschaftliche Ergebnisse

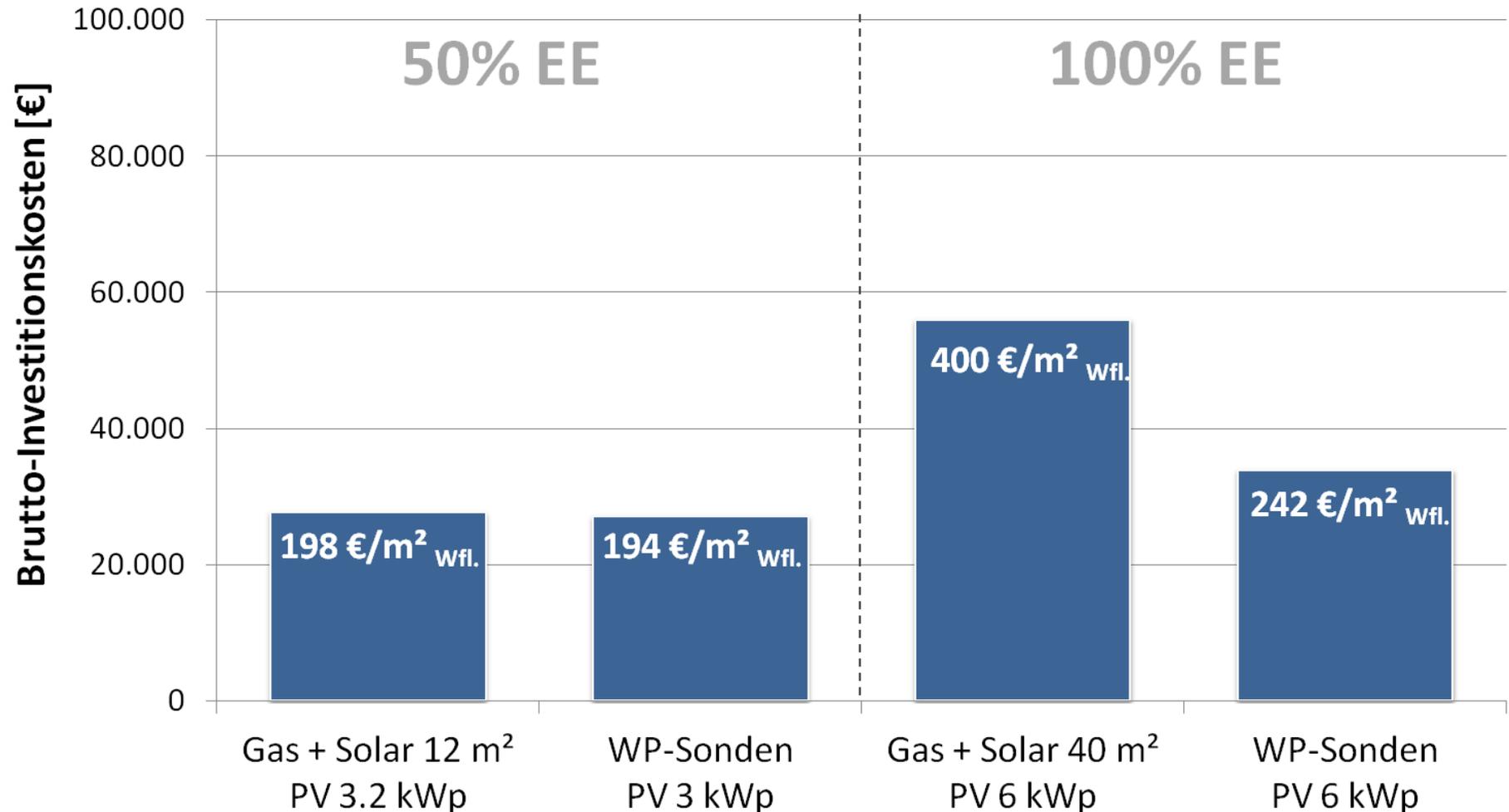
	Einfamilienhaus	Mehrfamilienhaus	Stadtquartier
Neubau	 <p>Wohnfläche: 140 m² Pers.: 4</p>	 <p>Wohnfläche: 613 m² Pers.: 17 / 8 Wohnungen</p>	 <p>Fläche: 45.500 m² 270 Wohnungen</p>
Sanierung	 <p>Wohnfläche: 140 m² Pers.: 4</p>	 <p>Wohnfläche: 416 m² Pers.: 12 / 6 Wohnungen</p>	 <p>Wohnfläche: 26.700 m² 380 Wohnungen</p>

Energieversorgungsvarianten

Variante	1	2				
Beschreibung	Gaskessel ST + PV	Wärme- pumpe PV	BHKW PV	Biomasse ST + PV	el. Heizstab ST + PV	Fernwärme PV*
Versorgungs- netz						
Heizsystem						
Erneuerbare Energie				 		 <small>*PE-Faktor =0,7</small>

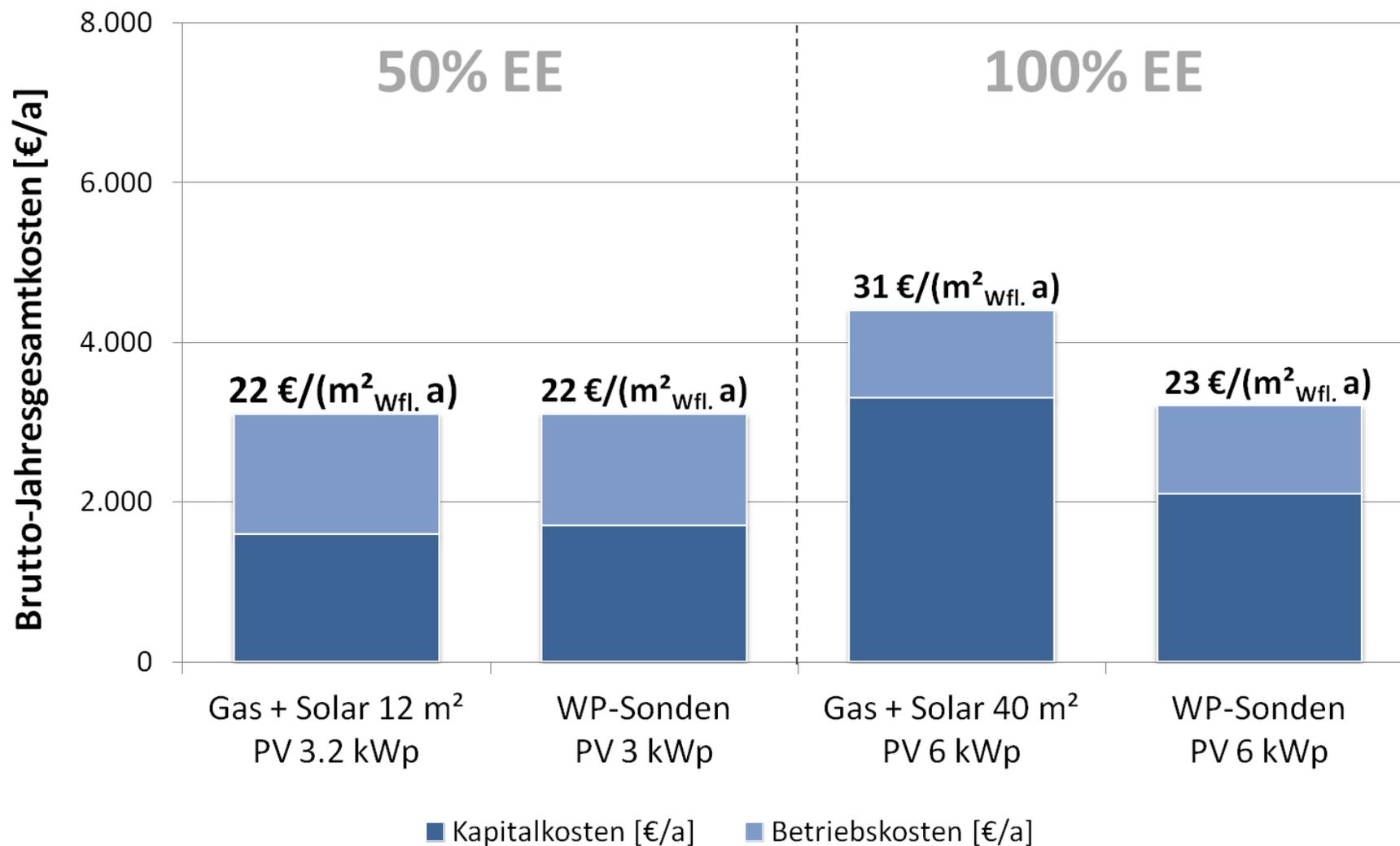
WP + PV vs. Gas + Solarthermie

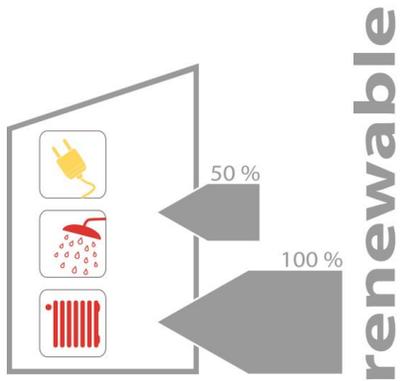
Neubau EFH/ 140 m²_{Wfl.}



WP + PV vs. Gas + Solarthermie

Neubau EFH/ 140 m²_{Wfl.}



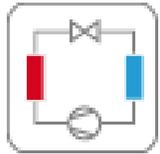


Systemstudien Parametersimulation / - studie

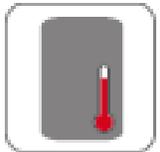




- Nutzung aller verfügbaren thermischen Speicherkapazitäten (Fußbodenheizung (Estrich) und Pufferspeicher)



- Gezielte Steuerung der Wärmepumpe
- Umsetzung von Regelstrategien zur Erhöhung der Laufzeit der Wärmepumpe



- Erhöhung der Speichertemperatur



- Erhöhung der Oberflächen- und Vorlauftemperatur der FBH

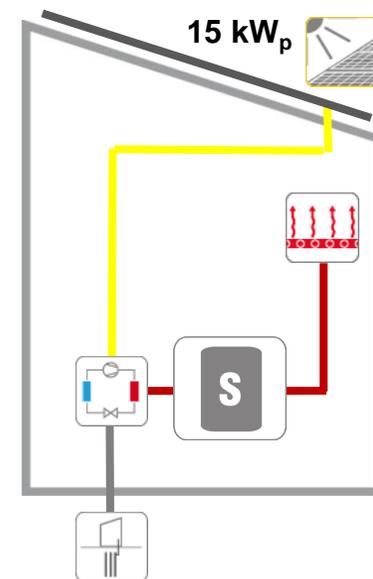
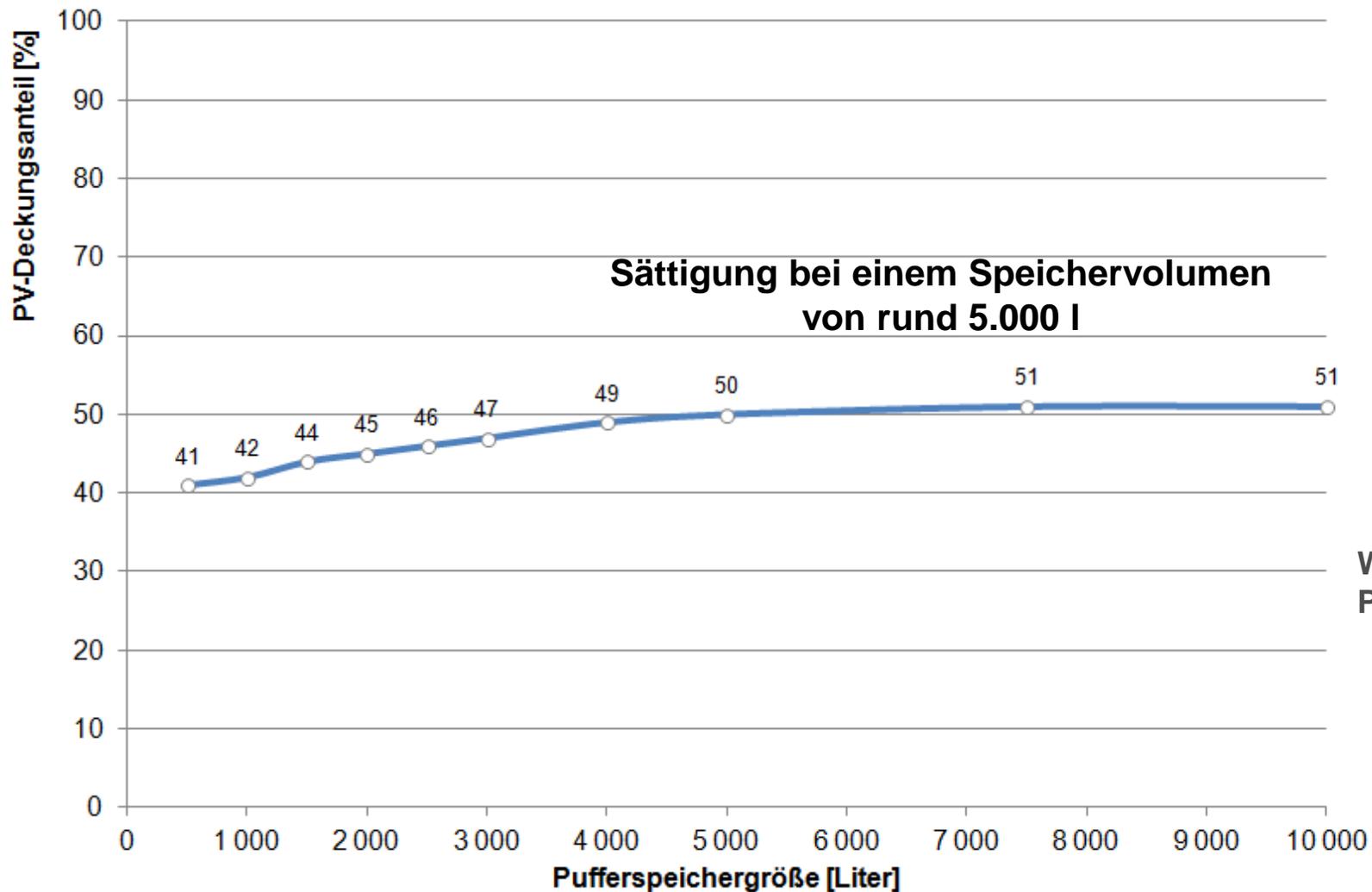


- Einbindung von Batterien

Systemsimulation

Simulation Kombination	Basis	 				
		<p>Batteriespeicher (kWh)</p> <p>Pufferspeicher- erweiterung</p> <p>PV-Regelung</p> <p>Nacht- absenkung</p>				
Gesamt- strombedarf	11.227 kWh	- 2,4 %	+ 1,3%	+ 4,5%	+ 4,5%	+ 4,5%
PV- Eigennutzung	27 %	28 %	34 %	38 %	41 %	48 %
PV- Deckungsanteil	34 %	36 %	42 %	45 %	48 %	54 %
Netzbezug	7.420 kWh	- 5,6 %	- 11,2 %	- 13,3 %	- 17 %	- 28 %

Einfluss Pufferspeichergröße



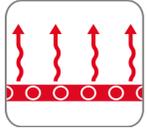
Wärmepumpen-Regelung:
 PV-Ertrag > 3 kW, WP AN

Kostenvergleich thermische vs. elektrische Speicherung

						
PV-Deckungs- anteil		PV	Batterie (Blei-Säure)	Puffer- speicher	Kapitalkosten über 20a	Mehrkosten
45%	Var.1	15 kW _p	27 kWh	825 l	53.290 €	+ 14.540 €
	Var.2	15 kW _p	7 kWh	2.000 l	38.750 €	+ 37%
50%	Var.1	15 kW _p	42 kWh	825 l	62.990 €	+ 21.190 €
	Var.2	15 kW _p	7 kWh	5.000 l	41.800 €	+ 51%

(Netto-Kosten)

thermische vs. elektrische Speicher



- Energetisch und ökonomisch sinnvoll, mit dem überschüssigen PV-Strom direkt eine WP zu betreiben, um einen thermischen Speicher und die Gebäudemassen mit Wärme zu laden.



- Batteriespeicher für die Stromspeicherung kostenintensiv.

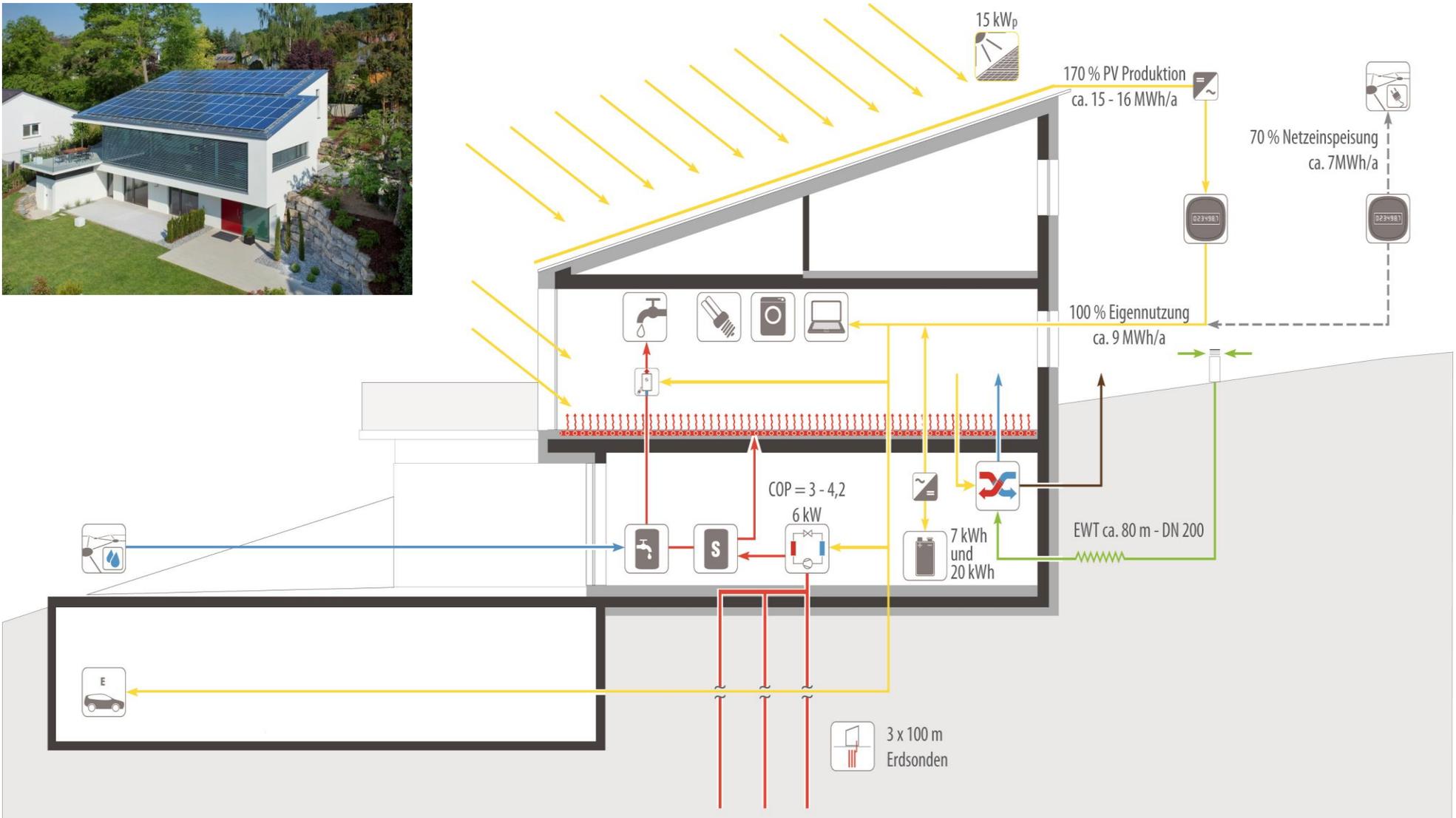


- Thermische Speicher wesentlich preisgünstiger als die adäquate Energiebevorratung in einer Batterie.

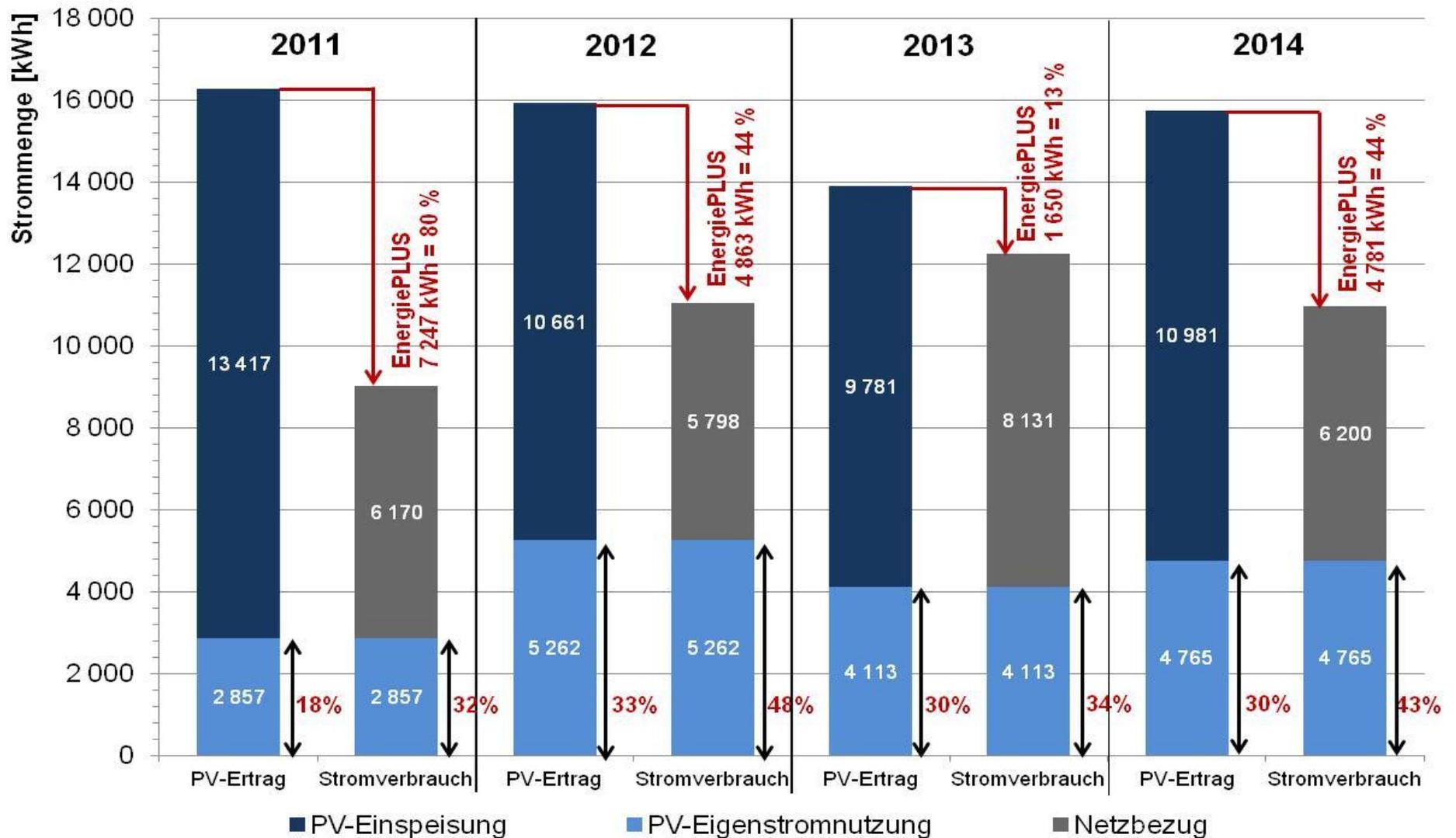


Betriebsergebnisse Berghalde 2011 - 2014

Energiekonzept



Jahresstrombilanz



Systemmonitoring

**Monitoring
(Januar – März)
Kombination**

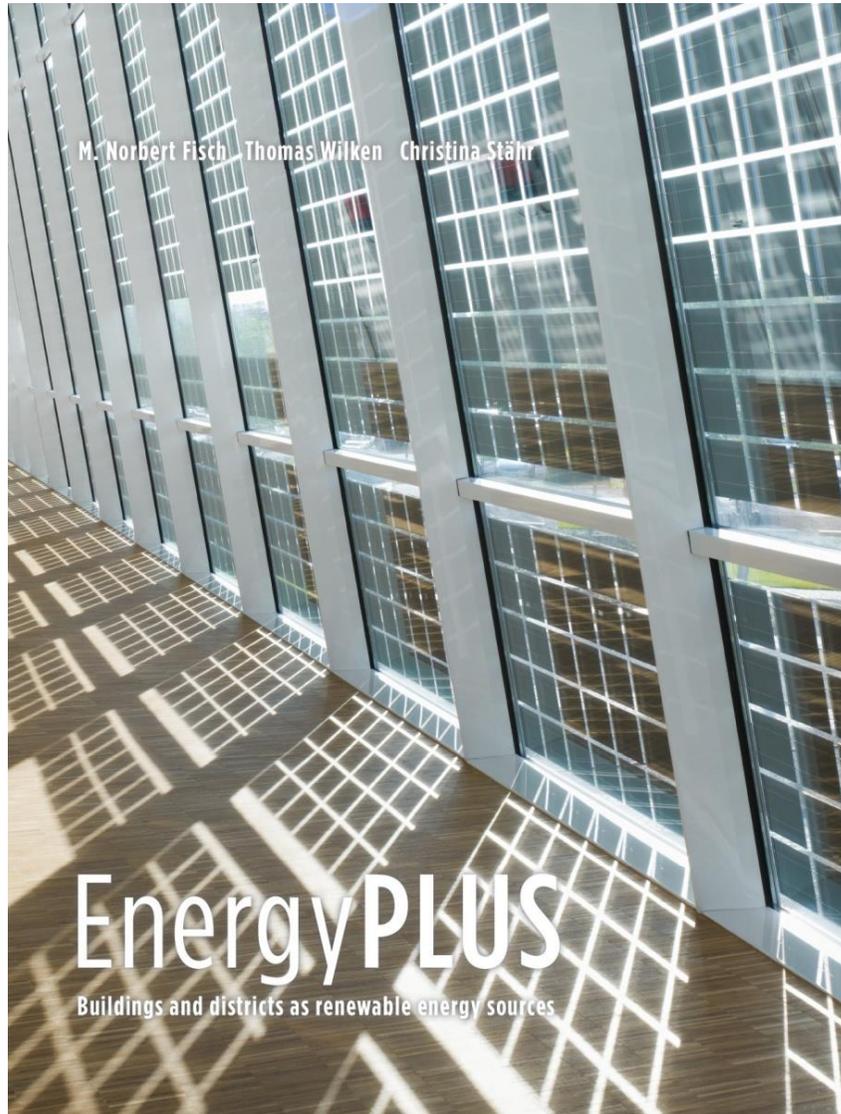
	Basis	2015		2012		2014	
PV-Eigennutzung	19 %	37 %		38 %		46 %	
PV-Deckungsanteil	16 %	26 %		34 %		40 %	

**Pufferspeicher-
erweiterung**

PV-Regelung

**Batteriespeicher
(kWh)**

- Solarthermie und Photovoltaik sind Bausteine der Energiewende
- Schlüsselrolle: PV + Wärmepumpe + NT- Systeme
- Hohe Eigenstromnutzung = zukunftsweisende Projekte
- Umsetzung von thermischen Speichern zur Steigerung des Eigenstromnutzungsanteils essenziell
 - Ausbau von Pufferspeichervolumen
 - Nutzung thermischer Gebäudemasse
- Energiemanagement und Stromspeicherung wichtig



EnergiePLUS – Gebäude und Quartiere als erneuerbare Energiequellen

- Relevante Planungsaspekte der Architektur, der Energieversorgung, des Nutzerkomfort und der Gebäudeeinrichtungen
- Realisierte Beispiele für Wohn- und Nicht-Wohngebäude, städtische Quartiere sowie Potenziale für eine globale Anwendung

In Deutsch und Englisch verfügbar
Über [amazon.de](https://www.amazon.de) oder das IGS zu beziehen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit