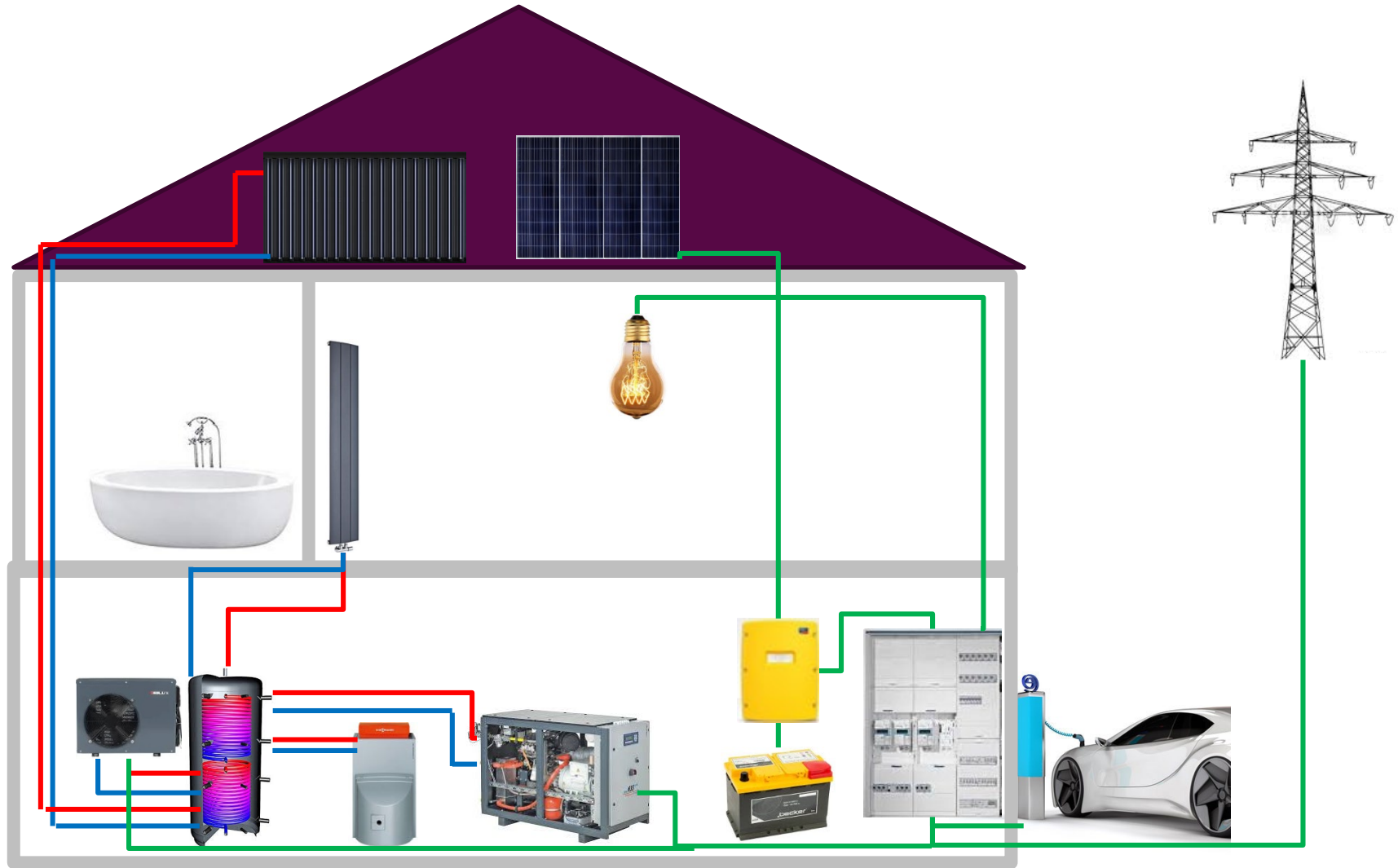


Einfluss der Energiewende auf die Energieversorgung von Wohngebäuden

Motivation



16.12.2019

M.Sc. Sergej Baum
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Elektrischer Energietechnik

Seite: 2

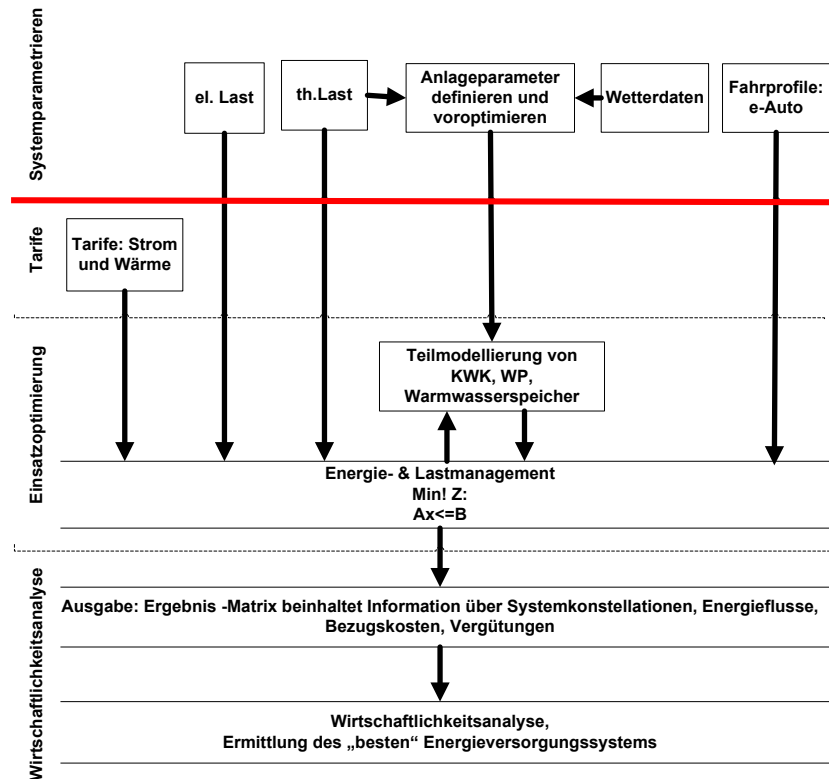
Technology
Arts Sciences
TH Köln

Ziele

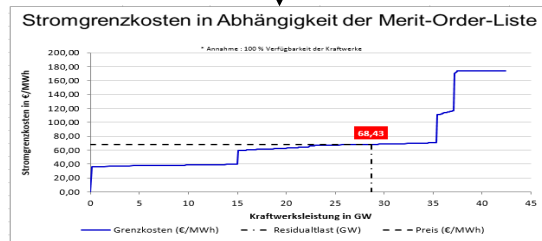
- ✓ Welche Energieversorgungskonzepte von Wohngebäuden werden sich als wirtschaftlich erweisen?
 - ✓ Wie wird sich eine optimale Auslegung der Energieversorgung von Wohngebäuden bei sich ändernden Residuallastprofilen ändern?
 - ✓ Wie werden sich die Energiekonzepte mit zunehmender erneuerbarer Erzeugung unter den aktuellen rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen ändern?
 - ✓ Wie werden sich Energiekonzepte mit veränderten rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen ändern?
- ✓ Welche Art der Energiespeicherung, insbesondere unter Berücksichtigung der Kopplung des elektrischen und thermischen Energiesektors, wird sich als vorteilhaft erweisen?

Methode: Systemparametrierung

- ✓ Elektrische Lastprofile
 - ✓ 2- bzw. 4-Personen-Haushalte
- ✓ Thermische Lastprofile
 - ✓ Unsanierete Gebäude, KfW-Standard, Passivhaus
- ✓ Versorgungskomponenten
 - ✓ WP, KWK, PV, Batterie, Solaranlage, Wärmespeicher etc.
- ✓ Wetterdaten
 - ✓ COP-Werte
 - ✓ Energieertrag der PV- bzw. Solarthermieanlage

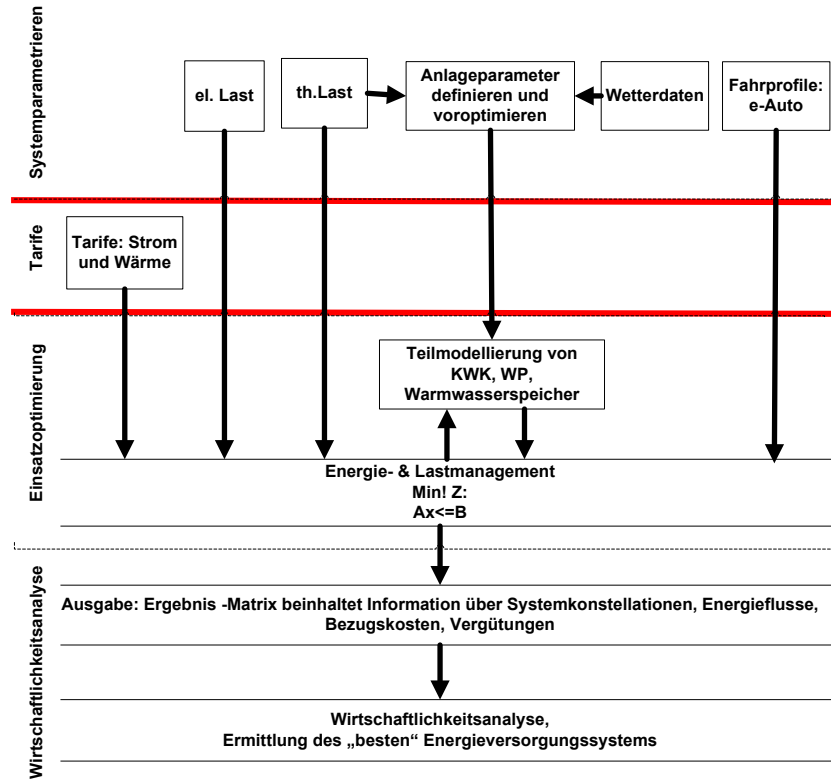


Methode: Stromtarife

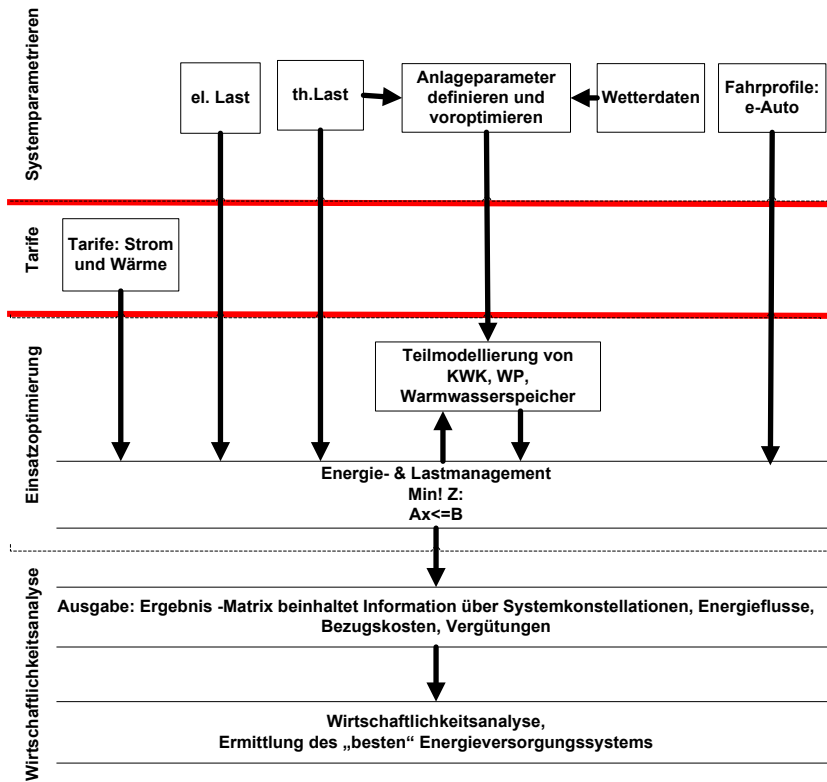
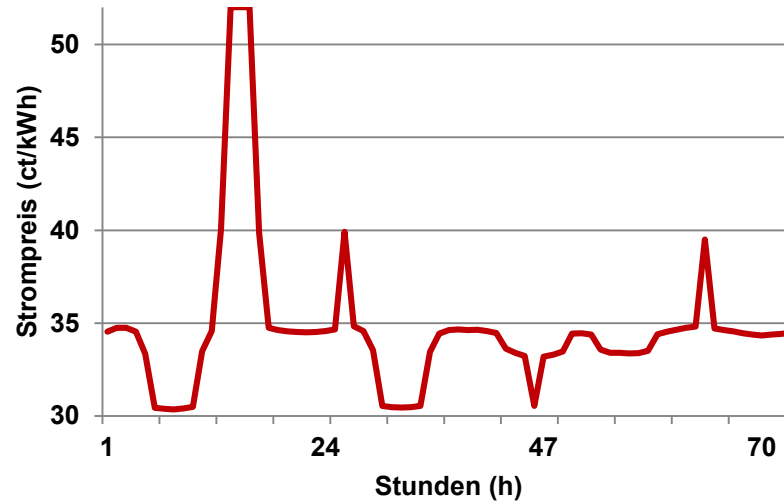


Quellen

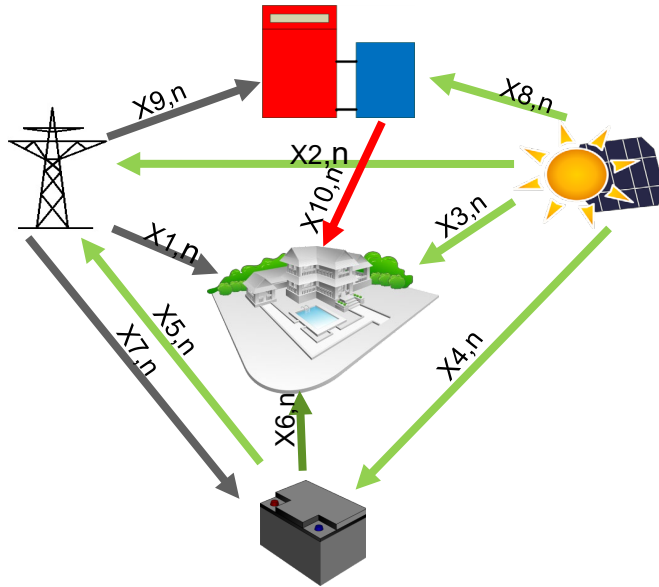
- Peter F. et al.: „Entwicklung von Stromproduktionskosten: Die Rolle von Freiflächen-Solkraftwerken in der Energiewende“; Prognos, Berlin, 10.2013
- Bolay S.: Faktenpapier Strompreise Deutschland: Bestandteile, Entwicklungen, Strategien; DIHK - Deutscher Industrie- und Handelskammertag Berlin, Brüssel; 02.2014
- Schlesinger, M.; et. Al.: „Entwicklung der Energiemärkte-Energierferenzprognose“ Projekt Nr. 57/12 ,Studie im Auftrag des BMWI, 2014 . . .



Methode: Stromtarife



Methode: Einsatzoptimierung

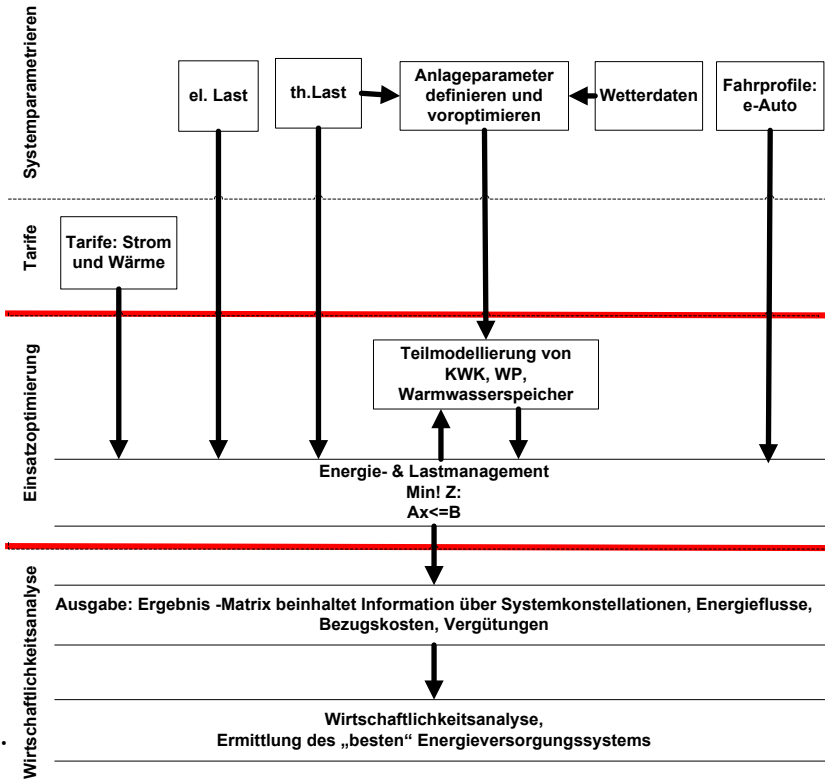


Kostenfunktion

$$\text{Min } Z! := \sum_{n=1}^{n=8784} K_{\text{netz}} * X_{1,n} + K_{\text{verkauf}} * X_{2,n} + K_{\text{verkauf}} * X_{5,n} + \dots$$

Restriktion

$$\begin{aligned}
 & X_{1,n} + X_{3,n} + X_{6,n} = E_{\text{Last},n} \\
 - & E_{\text{Batt_Stand},n-1} - X_{4,n} - X_{7,n} + X_{5,n} + X_{6,n} \leq -E_{\text{Batt_min}} \\
 & E_{\text{Batt_Stand},n-1} + X_{4,n} + X_{7,n} - X_{5,n} - X_{6,n} \leq E_{\text{Batt_max}}
 \end{aligned}$$



Methode: Wirtschaftlichkeitsanalyse

Annuitätenmethode

$$a = C_0 * ANF_{n,i}$$

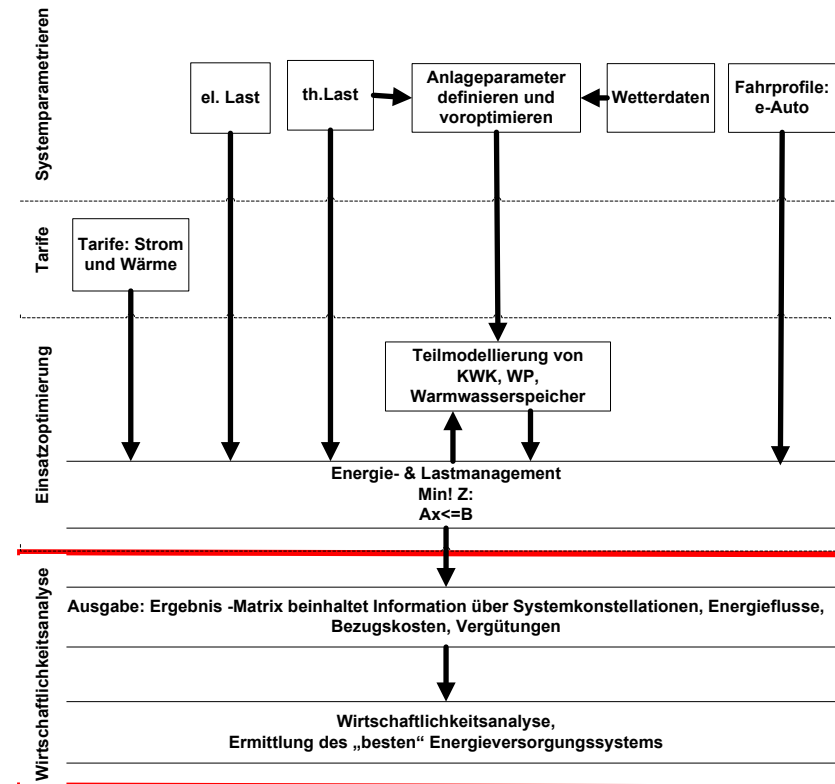
$$ANF_{n,i} = \frac{(1+i)^n * i}{(1+i)^n - 1}$$

✓ Aufwendungen

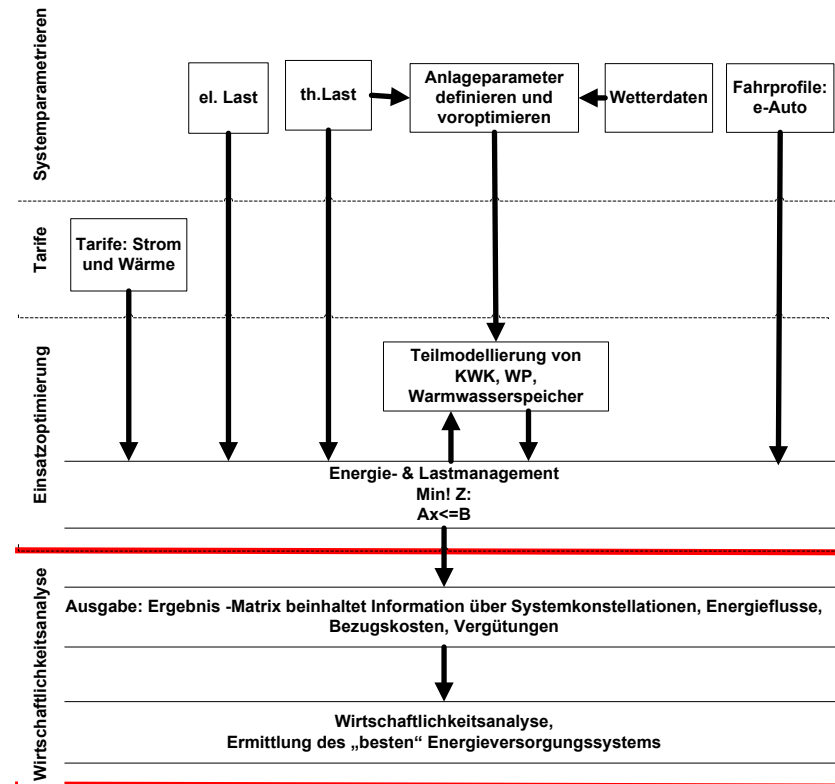
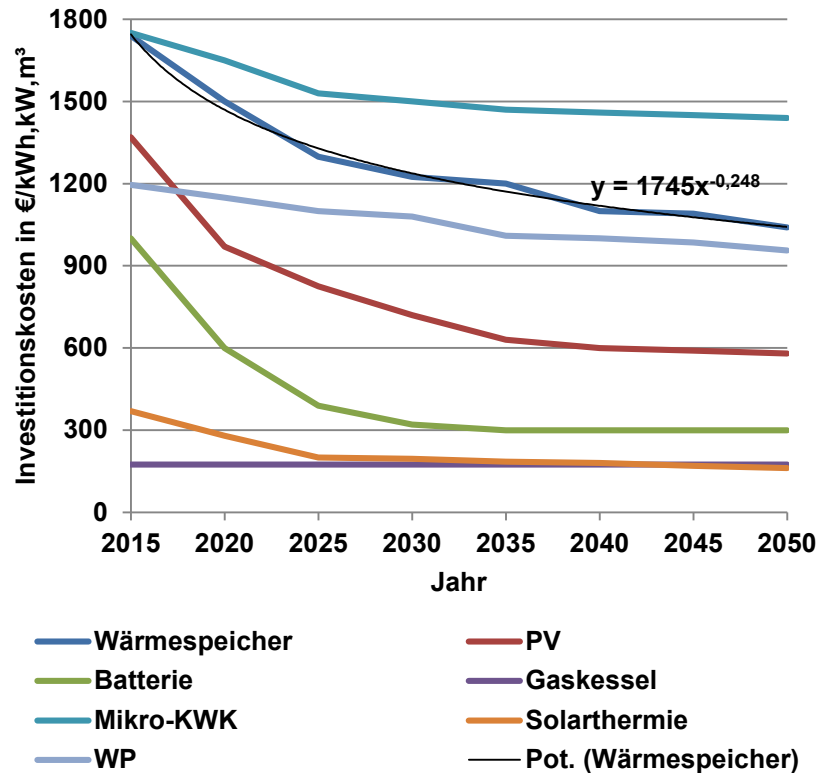
- ✓ Investitionskosten
- ✓ Kosten für Betrieb und Wartung

✓ Umsatzerlöse

- ✓ Stromverkauf



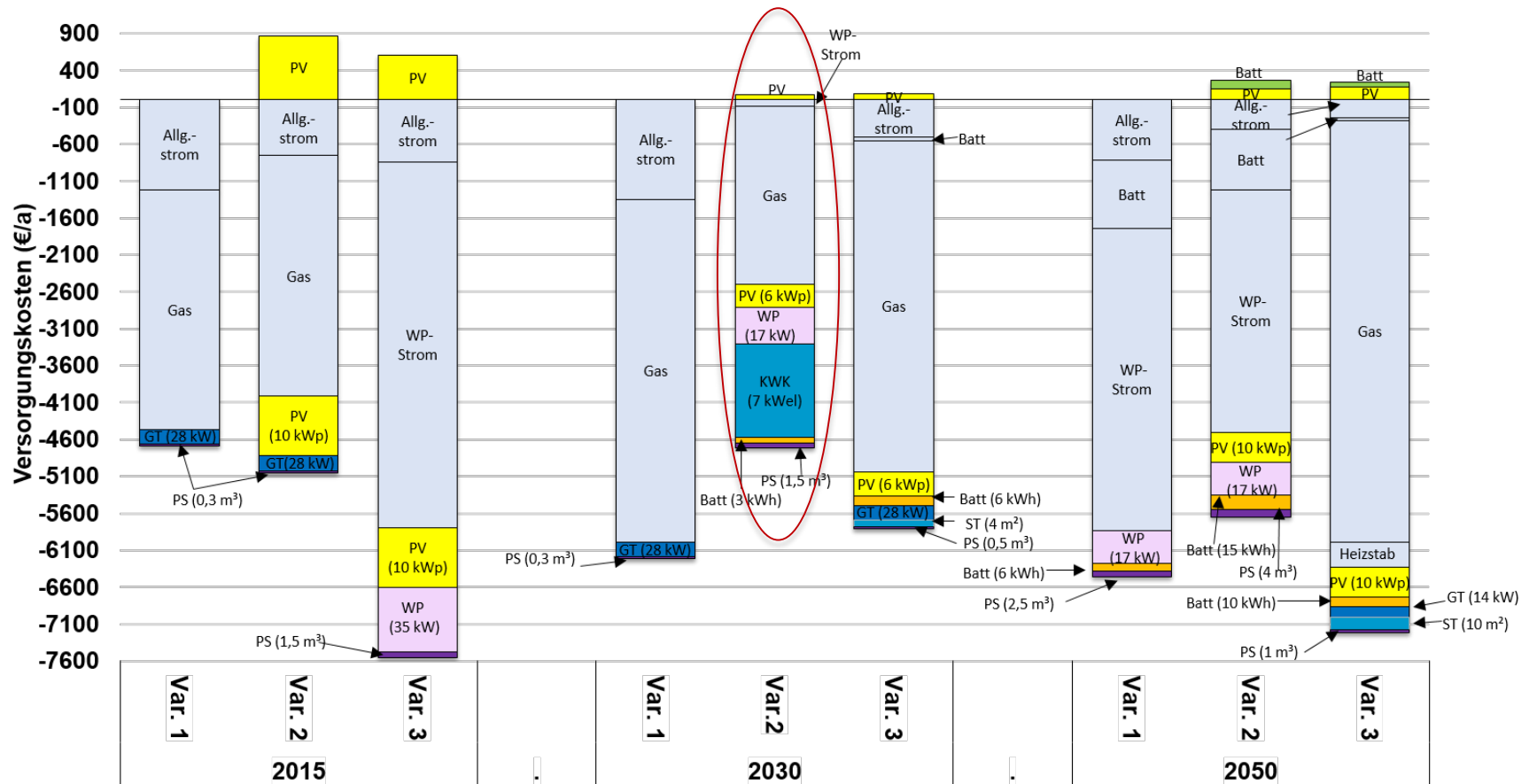
Methode: Wirtschaftlichkeitsanalyse



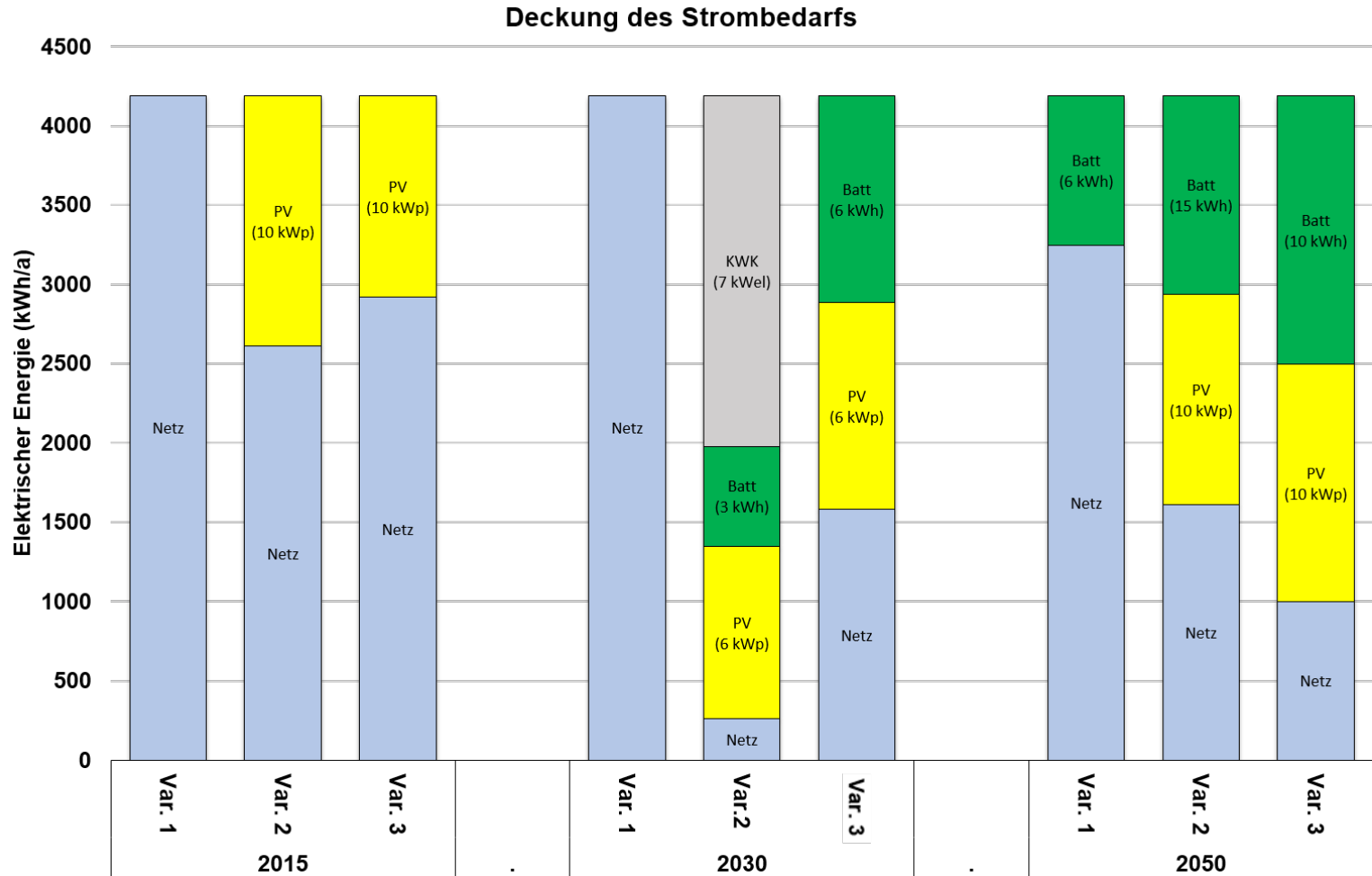
Quellen

- Kaltzschmitt, M.: „Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte.“, 5. Auflage, Springer Vieweg, 2012
- Lucas, K.: „Ableitung von Kostenfunktionen für Komponenten der rationellen Energienutzung.“, Duisburg -Rheinhausen, 2002
- International Energy Agency: „Energy technology perspectives 2010. Scenarios & Strategies to 2050.“, 2010
- ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.: „BHKW - Kenndaten 2011: Module Anbieter Kosten.“, Frankfurt a. M., 2011
- Krewitt, W.: „Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for Global Energy Supply, Summary, Dessau-Roßlau, 2009
- Kevag (Hrsg.): „Sole-Wasser-Wärmepumpe“, 2006
- Nitsch, J.: „Erneuerbare Energien Innovationen für die Zukunft.“, 5. Auflage, Mai 2004 . . .

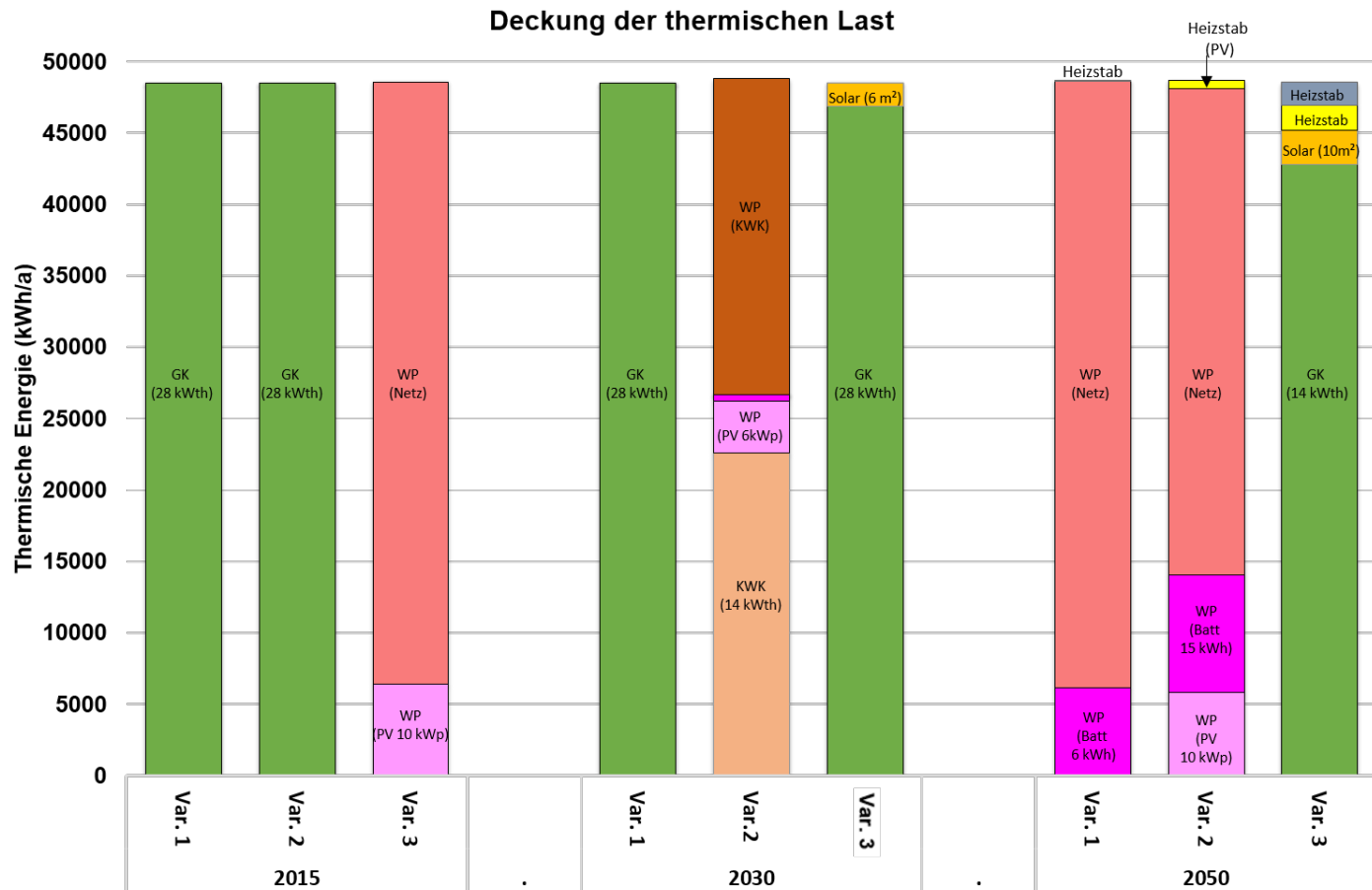
Ergebnisse: Unsanieretes Gebäude



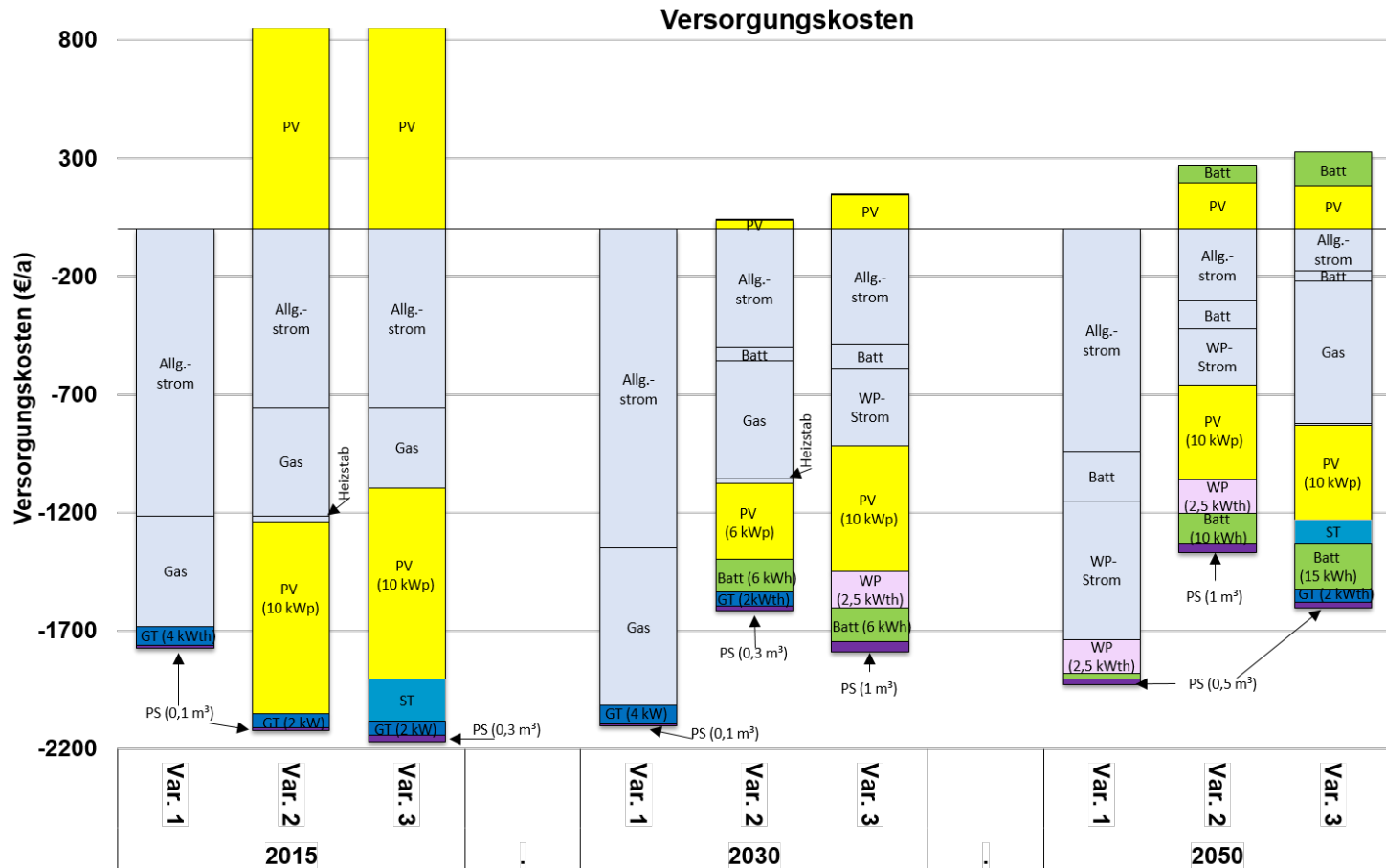
Ergebnisse: Unsanieretes Gebäude



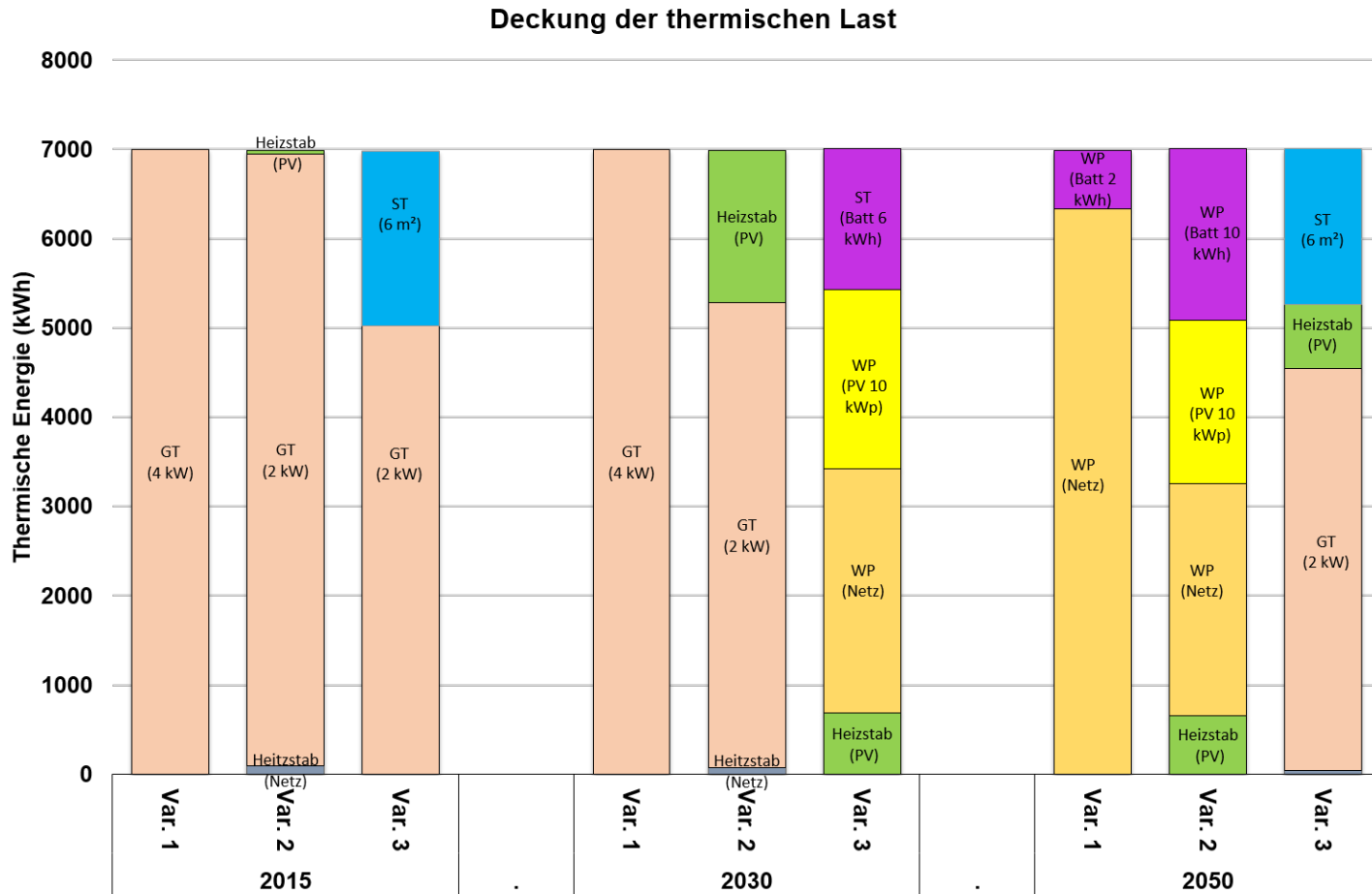
Ergebnisse: Unsanieretes Gebäude



Ergebnisse: KFW 40-Effizienzhaus



Ergebnisse: KFW 40-Effizienzhaus



Zusammenfassung der Ergebnisse

- ✓ **2016:**
 - ✓ Die PV-Anlage kann auch ohne einen Speicher wirtschaftlich eingesetzt werden.
 - ✓ Der Stromspeicher ist unwirtschaftlich.
 - ✓ Das Gas stellt die wirtschaftlichste Grundlage für die Wärmeversorgung dar.

- ✓ **2030:**
 - ✓ Die PV-Anlage ist nur in Kombination mit dem Strom- oder Wärmespeicher wirtschaftlich zu betreiben.
 - ✓ Das Gas stellt immer noch die wirtschaftlichste Grundlage für die Wärmeversorgung dar. Die variable Stromtarife können den Einsatz der Wärmepumpe nicht begünstigen.
 - ✓ Der Heizstab reduziert zusammen mit einer PV-Anlage die Heizkosten.

- ✓ **2050:**
 - ✓ Die PV-Anlage ist nur in Kombination mit dem Strom- oder Wärmespeicher wirtschaftlich zu betreiben.
 - ✓ Ab sofort stellt die Wärmepumpe mit dem Heizstab die wirtschaftlichste Lösung bei der Wärmeversorgung dar. Grund: sinkende Investitionskosten, geringe EEG-Umlage und steigende Gaspreise.
 - ✓ Stromspeicher kann aufgrund der variablen Stromtarifen und geringen Investitionskosten auch ohne PV-Anlage wirtschaftlich eingesetzt werden.

Unterschiedliche Besteuerung von Gas und Strom

z.B. Jahr 2030	Gaspreis (ct/kWh)	Strompreis (ct/kWh)
Umlage für abschaltbare Lasten	-	0.009
§ 19 Strom NEV- Umlagen	-	0.092
KWK Auflag	-	0.178
EEG Umlage	-	6.00
Strom- oder Gassteuer	0.443	2.050
Konzessionsabgabe	0.121	1.790
Offshore Haftungsumlage	-	0.250
Netzentgelt, Abrechnung, Messungen	2.035	7.75
Beschaffung	4.7	0
Vertireb	-	4.400
Mehrwertsteuer	19 %	19 %
Gesamtkosten (ct/kWh)	8.7	26.8

Nächster Schritt

- ✓ Untersuchung von Energieversorgungssystemen in Wohngebäuden unter Berücksichtigung der unterschiedlichen rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen
 - ✓ Welche Systemkonstellationen werden sich dann als wirtschaftlich interessant erweisen?
 - ✓ Worin bestehen die Unterschiede zu früheren Ergebnissen?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!