



Energiekonzept für das geplante Neubaugebiet Helfrichsgärtel III in der Gemeinde Biblis

Optimierung von Gebäudehüllen, Strom- und Wärmeversorgung

Kurzfassung für Politik und Verwaltung

Lampertheim, 02.12.2016

EnergyEffizienz GmbH

Dr. Philipp Schönberger

Gaußstraße 29a

68623 Lampertheim

Telefon: 06206 / 5803581

Fax: 06206 / 5804712

E-Mail: schoenberger@e-eff.de

www.e-eff.de

A. Hintergrund des Energiekonzepts

Im Neubaugebiet Helfrichsgärtel III in der südhessischen Gemeinde Biblis ist die Errichtung von rund 70 Wohngebäuden geplant. Der Bebauungsplan soll nach aktuellem Stand im März 2017 beschlossen werden. Vorgesehen sind vorwiegend Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften in unterschiedlichen Ausführungen. Das vorliegende Energiekonzept dient dem Erkenntnisinteresse, welche Ausgestaltung von Gebäudehüllen und technischer Versorgung (Stromerzeugung, Wärmeerzeugung, elektrische und thermische Speicher) im Baugebiet Helfrichsgärtel III unter Kosten- und Klimaschutzkriterien als optimal einzustufen ist.

Das Energiekonzept wurde im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekts *Modellstadt25+ / Lampertheim effizient* erstellt. In diesem Projekt haben die Projektpartner (EnergyEffizienz GmbH, RWTH Aachen, Stadt Lampertheim) ein Planungstool für Neubau und Sanierungsmaßnahmen entwickelt, das hier zum Einsatz kommt.



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

B. Methodisches Vorgehen

Für Einfamilienhäuser und Doppelhaushälften hat die EnergyEffizienz GmbH auf Basis von Berechnungen des Instituts für Hochspannungstechnik der RWTH Aachen jeweils über 5.000 Varianten der Ausgestaltung von Gebäudehülle und technischer Versorgung (Strom, Wärme, thermische und elektrische Speicher) analysiert. Die Bewertung sämtlicher Varianten erfolgte für einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren nach folgenden Zielkriterien:

- 1) Minimierung der annuitätischen Kosten für Investition, Installation und Betrieb unter Einbeziehung von Fördermitteln (Kostenperspektive des Bauherrn)
- 2) Minimierung der Treibhausgasemissionen unter Einbeziehung von Vorketten, Betrieb und Entsorgung (Lebenszyklusanalyse)

Für die Berechnungen wurden unter anderem folgende Annahmen getroffen:

- Kalkulationszins: 3 % (dynamische Investitionsrechnung)
- Investitions- und Installationskosten (netto) für Photovoltaik: 1.100 Euro/kWp (Quelle: MKM Bauprojekte GmbH)
- Investitions- und Installationskosten (netto) für Lithium-Ionen-Batterien: 1.540 Euro + 308 Euro/kWh (Quellen: MKM Bauprojekte GmbH und Tesla Motors, Inc.)
- Kostenannahmen für übrige Technologien: marktübliche Preise, die im Rahmen des Projekts Modellstadt25+ seit 2012 systematisch erfasst wurden

- Emissionsgutschrift für eingespeisten PV-Strom in Höhe von 459 g CO₂e je kWh (Annahme für durchschnittliche Treibhausgasintensität des bundesweiten Strommixes in den nächsten 20 Jahren auf Basis der BMWi-Referenzprognose)

C. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Berechnungsergebnisse für zwei ausgewählte Gebäudetypen exemplarisch dargestellt.

Beispielgebäude 1: Einfamilienhaus mit Dachflächen Nord/Süd

Allgemeine Daten	Gebäudetyp	Einfamilienhaus
	Dachausrichtung	Nord/Süd
	Wohnfläche	131 m ²
Energiebedarf	Strom	2.554 kWh/a
	Wärme	6.474 kWh/a
	Strom inklusive Wärmepumpe	3.993 kWh/a
Kostenoptimale Ausgestaltung von Gebäudehülle und -technik	Annuitätische Kosten	1.590 Euro/a
	Treibhausgasemissionen	-1.531 kg CO ₂ -Äqu./a
	Energiestandard	KfW-40 Plus
	Nennleistung Photovoltaik	10 kWp
	Stromspeicher	Lithium-Ionen-Batterie, 3 kWh
	PV-Eigenverbrauch	21 %
	Wärmeerzeuger	Luft/Wasser-Wärmepumpe, 5 kW
	Wärmespeicher	200 Liter
	Selbstversorgungsgrad	51 %
	Verhältnis Stromerzeugung zu Strombedarf (inkl. Wärmepumpe)	242 % → Plusenergiegebäude

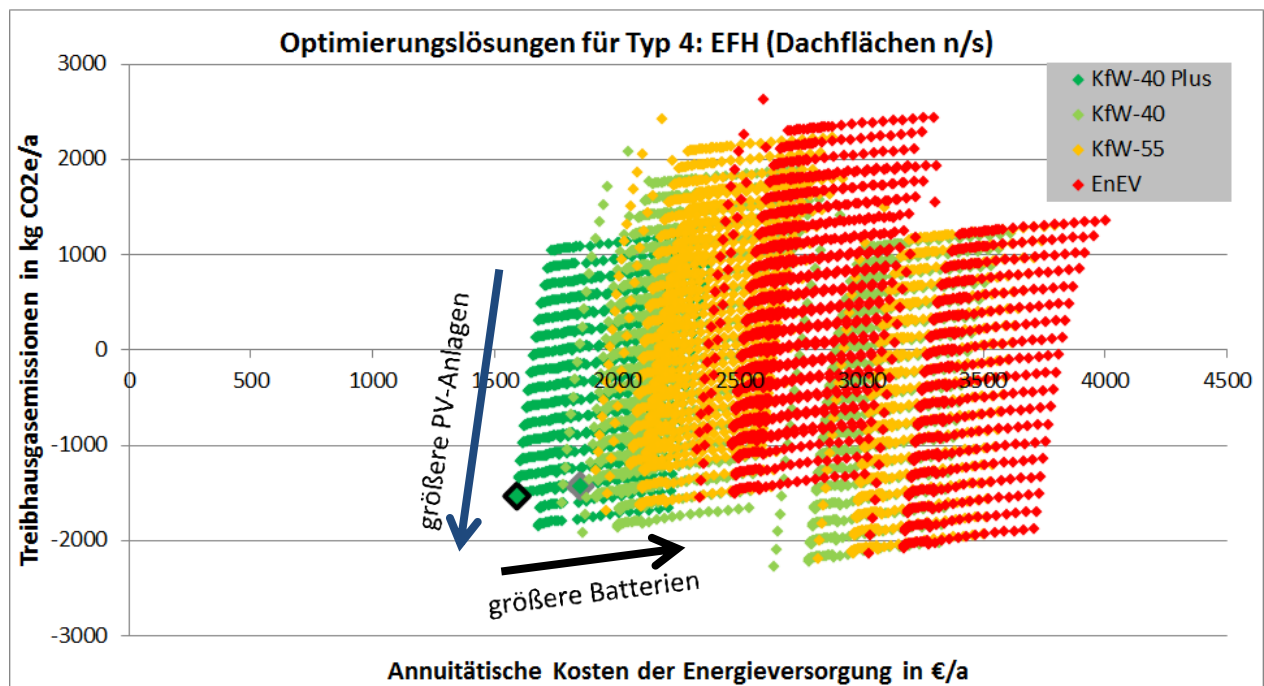
In Abb. 1 sind sämtliche 5316 betrachtete Kombinationen von verschiedenen Gebäudehüllenstandards und technischen Ausstattungsoptionen jeweils als ein Punkt dargestellt, der die resultierenden Kosten und Emissionen abbildet.

Der kostenoptimale Punkt ist in der Grafik schwarz umrandet und in der Tabelle näher beschrieben. Die jährlichen Kosten von 1.590 Euro/Jahr umfassen neben den laufenden Kosten für 49% Reststrombezug auch die annuitätische Berücksichtigung von sämtlichen Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten bei einem Kalkulationszins von 3 %. Hierbei sind neben Photovoltaik, Batterie, Wärmepumpe und Wärmespeicher auch die Mehrkosten zur Erreichung des im Rahmen von KfW-40 Plus vorgeschriebenen Gebäudehüllenstandards enthalten. Im Kostenoptimum deckt der erzeugte Photovoltaik-Strom den Bedarf des Gebäudes inklusive Wärmepumpe bilanziell betrachtet zu 242 %, sodass es sich um ein Plusenergiegebäude handelt.

Wie aus Abb. 1 hervorgeht, weisen die Optimierungslösungen **starke Synergiepotenziale zwischen Wirtschaftlichkeit und Klimaschutz** auf, da bei zunehmender PV-Nennleistung (blauer Pfeil) sowohl Kosten als auch Emissionen sinken. Bei größeren PV-Anlagen, wie beispielsweise

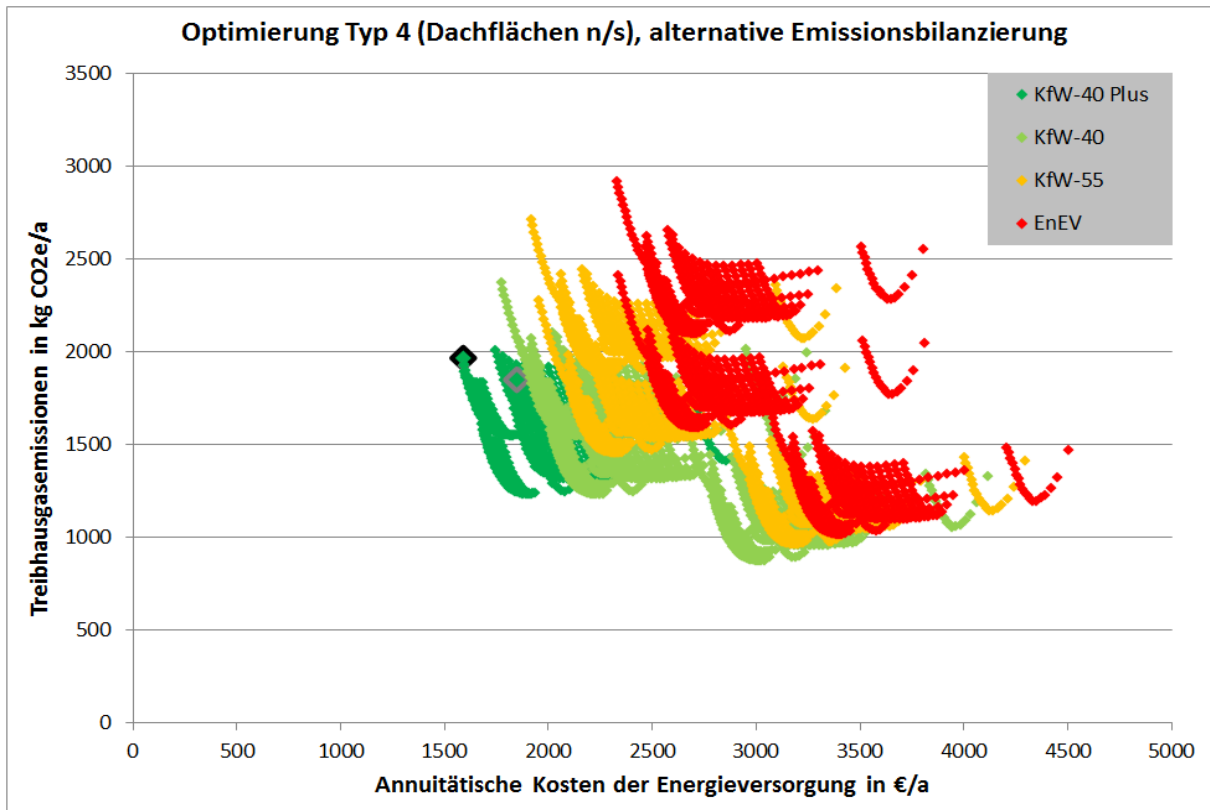
der 10-kWp-Anlage im Kostenoptimum, weist das Gebäude aufgrund der Emissionsgutschrift für eingespeisten Strom negative Emissionswerte auf. Größere Batterien als im Kostenoptimum vorgesehen hingegen führen unter den hier getroffenen Annahmen nicht nur zu Mehrkosten, sondern auch zu etwas höheren Emissionen (schwarzer Pfeil). Dies liegt daran, dass aufgrund der bilanzierten Emissionsgutschrift eingespeister Solarstrom ebenso stark zur Klimaschutzwirkung beiträgt wie selbst genutzter Solarstrom, während größere Batterien in der lebenszyklischen Betrachtung mit höheren Emissionen für Herstellung und Entsorgung behaftet sind.

Abb. 1: Optimierungslösungen für EFH (Dachflächen Nord/Süd)



Quelle: Eigene Darstellung

Abb. 2: Optimierungslösungen für EFH (Dachflächen Nord/Süd) ohne Gutschrift für eingespeisten Solarstrom



Quelle: Eigene Darstellung

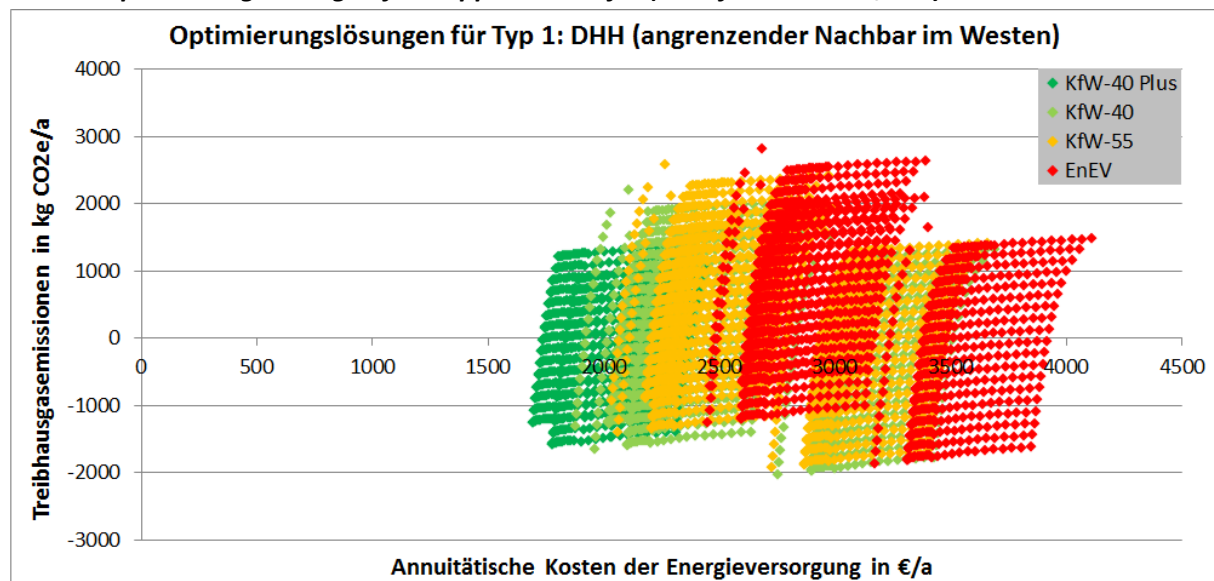
Bei Anwendung alternativer Bilanzierungsweisen können können Batterien ökologisch besser abschneiden. Wird beispielsweise für eingespeisten Solarstrom keine Emissionsgutschrift berücksichtigt, leisten größere Batterien durch die Steigerung des möglichen Eigenverbrauchs einen Beitrag zur Emissionsenkung (siehe Abb. 2). Das Kostenoptimum (schwarz umrandet) bleibt hier naturgemäß unverändert, ist auf Emissionsseite nun allerdings mit 1.931 kg CO₂e/a einzuordnen. Demgegenüber schneidet ein im Übrigen identisch ausgestattetes Gebäude mit 14 statt 3 kWh Batterie hinsichtlich der Emissionen etwas besser ab (grau umrandeter Lösungspunkt, 1.849 kg CO₂e/a). Hiermit sind allerdings sehr hohe Emissionsvermeidungskosten von rund 2.200 Euro je t CO₂e verbunden. Angesichts der verbreiteten Einschätzung, dass Treibhausgasemissionen Umweltschäden von 80 bis 120 Euro je t CO₂e verursachen¹, erscheint ein großer Batteriespeicher daher auch ökologisch ineffizient. Bei einer moderaten Vergrößerung der Batteriekapazität auf 4 kWh hingegen belaufen sich die Vermeidungskosten nur auf 97 Euro je t CO₂e.

¹ vgl. exemplarisch Umweltbundesamt 2013, Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr

Beispielgebäude 2: Doppelhaushälfte mit Dachflächen Nord/Süd

Allgemeine Daten	Gebäudetyp	Doppelhaushälfte
	Dachausrichtung	Nord/Süd
	Wohnfläche	126 m ²
Energiebedarf	Strom	2.717 kWh/a
	Wärme	6.846 kWh/a
	Strom inklusive Wärmepumpe	4.238 kWh/a
Kostenoptimale Ausgestaltung von Gebäudehülle und -technik	Annuitätische Kosten	1.696 Euro/a
	Treibhausgasemissionen	-1.259 kg CO ₂ -Äqu./a
	Energiestandard	KfW-40 Plus
	Nennleistung Photovoltaik	10 kWp
	Stromspeicher	Lithium-Ionen-Batterie, 2,5 kWh
	PV-Eigenverbrauch	21 %
	Wärmeerzeuger	Luft/Wasser-Wärmepumpe, 5 kW
	Wärmespeicher	200 Liter
	Selbstversorgungsgrad	46 %
Verhältnis Stromerzeugung zu Strombedarf (inkl. Wärmepumpe)	218 % → Plusenergiegebäude	

Abb. 3: Optimierungslösungen für Doppelhaushälfte (Dachflächen Nord/Süd)



Quelle: Eigene Darstellung

Wie die Tabelle sowie Abb. 3 deutlich machen, weisen die Optimierungslösungen für die untersuchte Doppelhaushälfte sehr ähnliche Strukturen auf wie im Fall des Einfamilienhauses. Dies gilt sowohl für die Kosten und Emissionen verschiedenster Ausgestaltungen von Gebäudehülle und Gebäudetechnik, für die in diesem Fall 5376 Varianten gerechnet wurden, als auch für die Merkmale des Kostenoptimums. Auch hier wird ein KfW-40-Plus-Gebäude mit Photovoltaikanlage (10 kWp), Luft/Wasser-Wärmepumpe (5 kW) und Wärmespeicher (200 Liter) vorgeschlagen. Die Lithium-Ionen-Batterie ist mit 2,5 kWh aufgrund der etwas geringeren Wohnfläche geringfügig kleiner dimensioniert. Wie beim Einfamilienhaus entspricht die

Batteriegröße der Mindestanforderung für die KfW-40-Plus-Förderung. Im Ergebnis wird auch hier ein Plusenergiegebäude erreicht, da der erzeugte Solarstrom bilanziell 218 Prozent des Strombedarfs (inkl. Wärmepumpe) entspricht.

D. Schlussfolgerungen

Die Berechnungen sowohl für Einfamilienhäuser als auch für Doppelhaushälften mit jeweils über 5.000 Varianten zeigen, dass die KfW-40-Plus-Gebäude für Bauherren unter Berücksichtigung der KfW-Förderung tendenziell am kostengünstigsten sind, gefolgt von KfW-40-Gebäuden und KfW-55-Gebäuden, während nach der gesetzlichen Vorgabe gemäß EnEV errichtete Gebäude am teuersten abschneiden. Der Kostenvorteil von KfW-40-Gebäuden gegenüber den anderen Energiestandards kann durch die Berücksichtigung einer Einliegerwohnung weiter gesteigert werden, da sich bei zwei Wohneinheiten die Förderbeträge der KfW-Bank verdoppeln. In Kombination mit den wirtschaftlich ebenfalls günstig beurteilten 10-kWp-Photovoltaikanlagen kann in Helfrichsgärtel III ein Plusenergiequartier erreicht werden.

Die Gemeinde Biblis kann demnach im Rahmen der Bebauungsplanung bzw. der Grundstückskaufverträge oder städtebaulichen Verträge den **Energiestandard „KfW-40 Plus“ und die Errichtung von Photovoltaikanlagen mit einer Mindestvorgabe für die Nennleistung (z.B. 10 kWp, je nach Dachfläche auch weniger oder mehr) festsetzen**, ohne dass den Bauherren hierdurch ein wirtschaftlicher Nachteil entsteht. Hinsichtlich Batteriespeichern mit einer größeren Kapazität als für die Erfüllung der KfW-40-Plus-Kriterien notwendig müssten ggf. noch Geschäftsmodelle entwickelt werden, die auch aus Perspektive der Bauherren attraktiv sind.